



TUGAS AKHIR – TI 091324

**PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS
UNIT *INDUSTRIAL GAS TURBINE ENGINE* PT. GMF
AEROASIA**

WIDHANI PUTRI

NRP 2510.100.146

Dosen Pembimbing

Arief Rahman S.T., M.Sc.

NIP. 197706212002121002

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2014



FINAL PROJECT– TI 091324

**RE-DESIGN FACILITIES LAYOUT OF INDUSTRIAL
GAS TURBINE ENGINE UNIT PT. GMF AEROASIA**

WIDHANI PUTRI

NRP 2510.100.146

Supervisor

Arief Rahman S.T., M.Sc.

NIP. 197706212002121002

DEPARTEMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2014

**PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS UNIT
*INDUSTRIAL GAS TURBINE ENGINE PT. GMF AEROASIA***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

WIDHANI PUTRI

NRP. 2510 100 146

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Arief Rahman, ST., M.Sc.

NIP. 197706212002121002



PERANCANGAN ULANG TATA LETAK FASILITAS UNIT *INDUSTRIAL GAS TURBINE ENGINE* PT. GMF AEROASIA

Nama : Widhani Putri
NRP : 2510.100.146
Jurusan : Teknik Industri ITS
Dosen Pembimbing : Arief Rahman S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Tata letak fasilitas merupakan faktor penting yang menunjang operasional sistem produksi. Dengan tata letak fasilitas dan area yang baik, maka aktivitas produksi juga akan berjalan sesuai dengan keinginan perusahaan. Selain itu, perancangan tata letak manufaktur yang baik mampu mereduksi biaya sebesar 50% dari total biaya operasional perusahaan. Unit *industrial gas turbine engine* (IGTE) merupakan salah satu unit bisnis usaha baru milik PT. GMF AeroAsia. Sebagai unit yang tergolong baru, perancangan tata letak pada IGTE masih dilakukan berdasarkan subjektifitas manajemen. Sehingga dilakukan penelitian untuk memberikan rancangan tata letak yang lebih berdasar pada optimasi kualitatif dan kuantitatif.

Dalam penelitian ini dibahas mengenai perancangan ulang tata letak fasilitas dari lantai *maintenance* unit *industrial gas turbine engine* PT. GMF AeroAsia. Metode yang digunakan terdiri dari 2 jenis yaitu optimasi kualitatif dan optimasi kuantitatif. Optimasi kualitatif dilakukan dengan teknik konvensional menggunakan *activity relationship chart* (ARC) dan *activity realtionship diagram* (ARD). Sedangkan optimasi kuantitatif menggunakan algoritma *automated layout design program* (ALDEP).

Hasil dari penelitian ini adalah terdapat perpindahan lokasi empat area dari tata letak eksisting. Area tersebut adalah *general repair*, *NDT Area*, *repair incoming & outgoing*, *red dye penetrant inspection*, dan *inspection incoming & outgoing*. Hasil perhitungan kriteria evaluasi menunjukkan hasil evaluasi aliran bahan dari tata letak hasil algoritma ALDEP mengalami penurunan sebesar 0,62% dari hasil evaluasi aliran bahan tata letak awal yang digunakan saat ini.

Kata kunci : *Automated Layout Design Program*, Evaluasi Aliran Bahan, Tata Letak Fasilitas, Teknik Konvensional.

RE-DESIGN FACILITIES LAYOUT OF INDUSTRIAL GAS TURBINE ENGINE UNIT PT. GMF AEROASIA

Name : Widhani Putri
NRP : 2510.100.146
Department : Industrial Engineering ITS
Supervisor : Arief Rahman S.T., M.Sc.

ABSTRACT

Facilities layout is an important factor to support operations in production system. With a well-designed facilities layout, the production activity can perform at its best as the company expects. Beside that, a well-planned facilities design can reduce up to 50% of companies operational cost. Industrial gas turbine engine (IGTE) unit is one of the new business sector from PT. GMF AeroAsia. As a new business sector, the facilities layout is designed based on managerial perspective, overlooking the optimization aspects in the process. Therefore, This research tries to provide a layout design for IGTE unit based on qualitative and quantitative optimization.

This research studies a re-designing facilities layout in at PT GMF AeroAsia, especially in maintenance area of industrial gas turbine engine unit. This study uses both qualitative and quantitative optimization methods. The qualitative optimization is performed using conventional technique, activity relationship chart (ARC), and activity relationship diagram (ARD) while the quantitative method is performed using automated layout design program (ALDEP) algorithm.

The result of this research suggests that there are four areas to move from their original location in existing layout. The four areas are general repair, NDT Area, repair incoming & outgoing, red dye penetrant inspection, and inspection incoming & outgoing. The result of calculated evaluation criteria shows that evaluation of material flow in new layout is reduced 0,62% from its original value in existing layout.

Keywords : Automated Layout Design Program, Conventional Technique, Facilities Layout, Flow Material Evaluation.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, barokah, dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi penulis dalam menuntut ilmu dan bertindak. Tugas akhir ini penulis dedikasikan kepada seluruh masyarakat Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menuntut ilmu hingga jenjang sarjana. Selain itu, selama penelitian penulis banyak diberikan bantuan, arahan, motivasi, dan dukungan oleh berbagai pihak dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis, papa (Alm) Haryono yang berada di tempat terbaik dan mama, Wiwik Suliyati, yang tidak berhenti memberi motivasi, dukungan dan kasih sayang sepanjang hidup, kakak penulis, Harwinda Putra, yang banyak memberi dukungan dan perlindungan, serta keluarga besar penulis yang terus memberi semangat.
2. Bapak Arief Rahman S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis, yang telah memberikan bantuan, arahan, dukungan, nasehat, dan atas kesabaran yang diberikan kepada penulis selama penelitian berlangsung.
3. Seluruh Bapak-Ibu dosen Teknik Industri ITS yang telah memberikan ilmu, nasehat, dan bimbingan selama penulis menuntut ilmu di Teknik Industri ITS.
4. Kepada Ibu Anny Maryani, Ibu Sri Gunani Partiwi selaku dosen penguji seminar proposal, dan sidang akhir penulis yang banyak memberikan arahan, kritik, dan saran yang membangun untuk penulis dapat menjadi lebih baik lagi.
5. Ibu Citra Maharani selaku *staff Production and Capacity Planning* di unit IGTE yang memberikan kesempatan penulias untuk melaksanakan tugas akhir di unit IGTE, memberikan informasi data untuk penelitian, dan memfasilitasi penulis dengan baik selama proses pengambilan data di GMF.

6. Bapak Adji Bowo Panolo dari Unit *Information Technology* (TDI) yang telah memberikan banyak bantuan dan pembelajaran selama penulis melakukan pengambilan data di GMF.
7. Sahabat Tujuh Galuh Pratiwi, Ratri Wulandari, Desinta Riani Pramudita, Nurul Rizki Utami, Nur Layli Rachmawati, dan Siti Dara Sabrina atas dukungan, semangat, dan waktu yang selalu membawa keceriaan.
8. Risal Arsyad Muhaddad, Hasyimya, Apul, Mansur, Hysmi, Haryoko, Arvinda, Jimbo, Agyl, Helia, Nizar, Hendy, Revi, Niken untuk semua bantuan dan jalan-jalan selama masa perkuliahan.
9. Sahabat Sekolah Kurniasari, Putri Ika, Nindya, Ari, Christie, Erick, Afrian, Yusuf, Hendri, Famil, Fadilla, Azmil, Anindita, Ester, dan Vira yang selalu ada mengisi hari-hari libur penulis.
10. Keluarga besar Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja, Mbak Fitri sebagai Laboran, angkatan 2010, Bresti, Galuh, Alo, Fira, Rahman Arif, Nigel, Wildan, dan Shubhan, terimakasih semua pengalaman dan semangat selama di laboratorium, dan untuk angkatan 2011, Aulias, Elsa, Arin, Fitri, Tyas, Taqy, Imung dan Wike, terimakasih atas semangat dan perhatian yang sudah diberikan kepada penulis.
11. Keluarga besar alumni Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja, Mas Rozy, Mbak Dina, Mas Danang, Mas Yuna, Mbak Retno, Mbak Dara, Mbak Ami, Mbak Fina, Mbak Titi.
12. Departemen Dagri Daggers 11/12, teman-teman Fungsionaris Fungi 12/13 terimakasih untuk kebahagiaan, kerjasama dan pengalaman bersama di bidang organisasi mahasiswa HMTI ITS.
13. Keluarga Besar Teknik Industri Angkatan 2010 “PROVOKASI”, terimakasih atas kebersamaan, kebahagiaan dan pengalaman-pengalaman bersama angkatan yang seru, semoga tetap menjiwai angkatan Viva La Viola.
14. Semua pihak yang membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu-per satu, terimakasih atas semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan yang ada pada penelitian ini, oleh karena itu penulis mengucapkan mohon maaf atas kekurangan tersebut. Semoga penelitian ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 10 Juli 2014

Widhani Putri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB 2	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Perencanaan Fasilitas	9
2.2 <i>Layout</i>	12
2.3 Pola Aliran Pemindahan Bahan	16
2.3.1 Metode Kuantitatif Analisis Aliran Bahan	16
2.3.2 Metode Kualitatif Analisis Aliran Bahan	17
2.3.2.1 <i>Activity Relationship Chart (ARC)</i>	17

2.3.2.2	<i>Activity Relationship Diagram (ARD)</i>	19
2.4	Pengukuran Jarak.....	20
2.4.1	<i>Eucladian</i>	20
2.4.2	<i>Squared Eucladian</i>	20
2.4.3	<i>Rectilinear</i>	21
2.4.4	<i>Tchebychev</i>	21
2.4.5	<i>Aisle Distance</i>	21
2.4.6	<i>Adjency</i>	21
2.4.7	<i>Shortest Path</i>	22
2.5	Evaluasi Kriteria <i>Layout</i>	22
2.6	Perancangan Tata Letak dengan Metode Algoritma	22
2.6.1	Algoritma Konstruksi	23
2.6.2	Algoritma Perbaikan	25
2.6.3	Algoritma Hibrid	27
2.6.4	Algoritma Teori Grafik	27
2.7	Review Penelitian Terdahulu	28
BAB 3	.....	31
METODOLOGI PENELITIAN	.....	31
3.1	Tahap Persiapan.....	31
3.2	Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data	31
3.2.1	Pengumpulan Data	32
3.2.2	Pengolahan Data	32
3.2.2.1	Pengolahan Data Metode Kualitatif	33
3.2.2.2	Pengolahan Data Metode Kuantitatif	33
3.2.2.3	Perbandingan Alternatif Tata Letak	33
3.3	Tahap Analisis dan Pembahasan	34
BAB 4	.....	35
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	.....	35
4.1	Pengumpulan Data.....	35

4.1.1	Produk <i>Maintenance</i>	35
4.1.2	Gambaran Proses <i>Maintenance</i> Produk.....	37
4.1.3	Fasilitas Unit <i>Industrial Gas Turbine Engine</i>	41
4.1.4	Denah Fasilitas Unit <i>Industrial Gas Turbine Engine</i>	44
4.2	Pengolahan Data	45
4.2.1	Perhitungan Kebutuhan Luas Area.....	45
4.2.2	Perhitungan Jarak <i>Layout</i> Eksisting	55
4.2.3	Frekuensi Perpindahan Komponen <i>Maintenance</i>	57
4.2.4	Pengolahan Data Teknik Konvensional	58
4.2.4.1	<i>Activity Relationship Chart</i>	58
4.2.4.2	<i>Activity Relationship Diagram</i>	59
4.2.5	Pengolahan Data Algoritma <i>Automated Layout Design Program</i> (ALDEP)	62
4.2.6	Perhitungan Jarak <i>Layout</i> Hasil ALDEP.....	65
4.2.7	Perhitungan Evaluasi Kriteria <i>Layout</i> Eksisting dan Hasil ALDEP	67
4.2.8	Evaluasi Aliran Proses Pada <i>Layout</i> Eksisting dan Hasil ALDEP.....	70
BAB 5	.....	73
ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....		73
5.1	Analisis Kondisi Tata Letak Eksisting.....	73
5.2	Analisis Tata Letak Hasil Algoritma ALDEP.....	74
5.3	Analisis Kebutuhan Luas Area.....	75
5.4	Analisis Alur Proses <i>Maintenance</i> Pada <i>Layout</i> Eksisting dan <i>Layout</i> Hasil Algoritma ALDEP	78
5.5	Analisis Evaluasi Kriteria <i>Layout</i> Eksisting Unit IGTE dan Algoritma ALDEP	79
BAB 6	.....	81
SIMPULAN DAN SARAN		81

6.1 Simpulan.....	81
6.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN	85
BIODATA PENULIS.....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh <i>From to Chart</i>	16
Tabel 2. 2 Kode Huruf Derajat Hubungan ARC.....	18
Tabel 2. 3 Kode Alasan Pemilihan Kode Angka Derajat Hubungan ARC.....	18
Tabel 2. 4 Contoh Lembar Kerja Masukan Untuk ARD	19
Tabel 2. 5 Standar Penggambaran Derajat Hubungan Aktivitas.....	19
Tabel 2. 6 Rekap Posisi Penelitian.....	30
Tabel 4. 1 Fasilitas Unit IGTE	41
Tabel 4. 2 Kebutuhan Luas Area <i>Dressing & Blending</i>	46
Tabel 4. 3 Kebutuhan Luas Area <i>Welding</i>	46
Tabel 4. 4 Kebutuhan Luas Area <i>General Repair</i>	46
Tabel 4. 5 Kebutuhan Luas Area <i>Tools & Fixture Storage</i>	47
Tabel 4. 6 Kebutuhan Luas Area <i>Machining</i>	48
Tabel 4. 7 Kebutuhan Luas Area <i>Packaging & Shipping</i>	49
Tabel 4. 8 Kebutuhan Luas Area <i>NDT</i>	49
Tabel 4. 9 Kebutuhan Luas Area <i>Coating Incoming & Outgoing</i>	50
Tabel 4. 10 Kebutuhan Luas Area <i>Inspection & Assy Disassy</i>	50
Tabel 4. 11 Kebutuhan Luas Area <i>Blasting Incoming & Outgoing</i>	51
Tabel 4. 12 Kebutuhan Luas Area <i>Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy</i>	52
Tabel 4. 13 Kebutuhan Luas Area <i>Repair Incoming & Outgoing</i>	52
Tabel 4. 14 Kebutuhan Luas Area <i>Inspection Incoming & Outgoing</i>	53
Tabel 4. 15 Kebutuhan Luas Area <i>Red Dye Penetrant Inspection</i>	53
Tabel 4. 16 Kebutuhan Luas Area <i>Termal & Spray Blasting</i>	53
Tabel 4. 17 Perhitungan Jarak Tata Letak Eksisting.....	56
Tabel 4. 18 Perhitungan Frekuensi Perpindahan Material	57
Tabel 4. 19 Rekap Data ARC.....	60
Tabel 4. 20 Perhitungan Jarak Tata Letak Hasil Algoritma ALDEP	66
Tabel 4. 21 Perhitungan Peformansi Tata Letak Eksisting	68
Tabel 4. 22 Perhitungan Peformansi Tata Letak Perbaikan.....	69
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Evaluasi Kriteria <i>Layout</i>	70

Tabel 5. 1 Perbandingan Luas Area Eksisting dengan Perhitungan.....	76
Tabel 5. 2 Perbandingan Evaluasi Kriteria <i>Layout</i>	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Pertumbuhan Unit Pembangkit Listrik di Pulau Jawa	2
Gambar 1. 2 Grafik Pertumbuhan Jumlah Komponen Maintenance	3
Gambar 1. 3 Peramalan Jumlah Jasa Perawatan dan Perbaikan Unit IGTE	4
Gambar 2. 1 Ruang Lingkup Perencanaan Fasilitas	10
Gambar 2. 2 <i>Fixed Product Layout</i>	13
Gambar 2. 3 <i>Production Line Product Layout</i>	14
Gambar 2. 4 <i>Product Family Layout</i>	15
Gambar 2. 5 <i>Product Family Layout</i>	15
Gambar 2. 6 Contoh ARC.....	18
Gambar 2. 7 Contoh ARD.....	20
Gambar 2. 8 Contoh Penempatan Mesin.....	21
Gambar 4. 1 Logo Perusahaan GMF AeroAsia	35
Gambar 4. 2 Komponen <i>Transition Piece</i>	36
Gambar 4. 3 Komponen <i>Combustion Liner</i>	36
Gambar 4. 4 Komponen 1 st <i>Nozzle</i>	36
Gambar 4. 5 Komponen 2 nd dan 3 rd <i>Nozzle</i>	36
Gambar 4. 6 Komponen <i>Bucket</i>	36
Gambar 4. 7 Pembagian <i>Gate</i> Unit IGTE	37
Gambar 4. 8 Aliran Proses Pada <i>Gate</i> 1, 2, dan 3	38
Gambar 4. 9 Proses <i>Maintenance</i> Komponen <i>Transition Piece</i>	39
Gambar 4. 10 Proses <i>Maintenance</i> Komponen <i>Combustion Liner</i>	39
Gambar 4. 11 Proses <i>Maintenance</i> Komponen 2 nd and 3 rd <i>Nozzle</i>	40
Gambar 4. 12 Proses <i>Maintenance</i> Komponen 1st <i>Nozzle</i>	40
Gambar 4. 13 Proses <i>Maintenance</i> Komponen <i>Bucket</i>	41
Gambar 4. 14 Tata Letak Fasilitas Unit IGTE	44
Gambar 4. 15 <i>Activity Relationship Chart</i> Unit IGTE.....	59
Gambar 4. 16 <i>Activity Relationship Diagram</i> Unit IGTE.....	62
Gambar 4. 17 Hasil <i>Running Software</i> ALDEP.....	64
Gambar 4. 18 Rancangan Denah <i>Layout</i> Hasil <i>Software</i> ALDEP	65
Gambar 4. 19 Alur Proses <i>Maintenance Transition Piece Layout</i> Eksisting.....	70

Gambar 4. 20 Alur Proses *Maintenance Transition Piece Layout* Perbaikan 71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampilan <i>Software</i> ALDEP.....	85
Lampiran 2. Alur Proses Komponen <i>Maintenance</i>	89
Lampiran 3. Denah Tata Letak Usulan	93

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup dari penelitian serta sistematika penulisan yang dilakukan oleh peneliti.

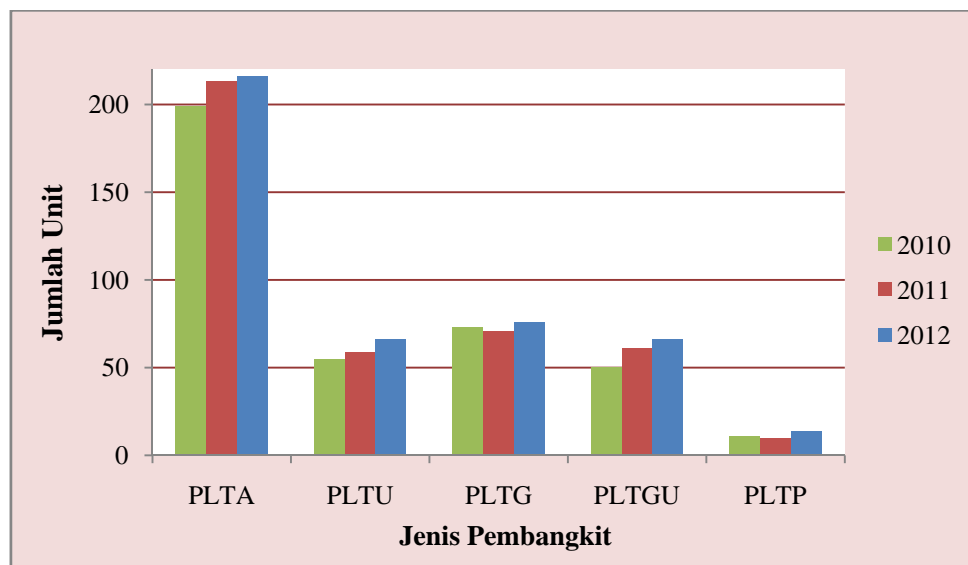
1.1 Latar Belakang Masalah

Perencanaan tata letak fasilitas merupakan sebuah rancangan alokasi peralatan atau mesin yang terdapat pada lantai produksi sebuah perusahaan (Jiang and Nee, 2013). Tata letak pabrik merupakan sebuah faktor penting yang menunjang operasional dari sebuah sistem produksi. Dengan tata letak fasilitas dan area kerja yang mendukung, maka aktivitas produksi akan berjalan secara teratur sesuai rancangan yang diharapkan perusahaan. Selain itu perancangan tata letak *plant* manufaktur yang baik mampu mereduksi sebesar 50% biaya dari operasional perusahaan (Xie and Sahinidis, 2008).

PT. *Garuda Maintenance Facilities* (GMF AeroAsia) merupakan salah satu anak perusahaan PT. Garuda Indonesia. Bisnis layanan yang dijalankan antara lain adalah melakukan perawatan, pemeriksaan, dan perbaikan pada alat transportasi pesawat terbang. Maskapai penerbangan yang menjadi pelanggan dari usaha tersebut berasal dari wilayah domestik hingga maskapai penerbangan luar negeri. Dengan tujuan perluasan bidang usaha, PT. GMF saat ini melakukan penambahan area bisnis perawatan. Berbeda dengan unit bisnis lainnya, unit bisnis yang digagas ini tidak berkaitan dengan perbaikan pesawat. Unit tersebut adalah *Industrial Gas Turbine Engine* (IGTE) *Non - Aircraft*. Unit IGTE berfokus kepada ranah pelayanan jasa perbaikan ataupun peninjauan berkala terhadap unit – unit pembangkit listrik di seluruh Indonesia. Proyek yang pernah ditangani antara lain berasal dari PT. Pertamina, PT. Indonesia Power, PT. PLN ataupun tempat-tempat pertambangan. Produk yang menjadi objek pada bagian *shop floor* antara lain adalah *transition piece*, *combustion liner*, *1st*, *2nd* and *3rd*

nozzle, dan bucket. Masing-masing produk memiliki 3 *gate* yang harus dilalui dalam proses produksi dengan urutan yang berbeda-beda.

Sebagai unit usaha dengan objek yang berbeda dari GMF, unit IGTE memiliki peluang usaha yang menjanjikan. Fokus bisnis yang ditujukan terhadap *maintenance, repair, dan overhaul* pada komponen-komponen pembangkit listrik akan bergantung kepada jumlah unit pembangkit yang ada di wilayah Indonesia sendiri.



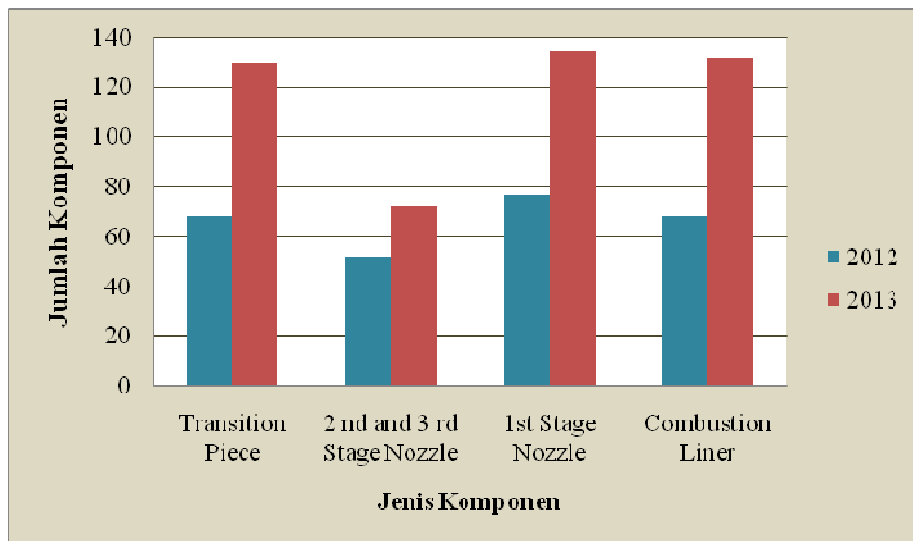
Gambar 1. 1 Grafik Pertumbuhan Unit Pembangkit Listrik di Pulau Jawa
(sumber : statistik PLN, 2012)

Dalam Gambar 1.1 terlihat bahwa jumlah unit pembangkit listrik, hanya untuk wilayah Pulau Jawa, mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pertumbuhan jumlah unit pembangkit listrik ini, secara langsung akan berdampak pada peningkatan jumlah komponen mesin pembangkit listrik. Dengan kata lain probabilitas yang ada untuk pengembangan bisnis perawatan komponen pembangkit listrik oleh PT. GMF juga mengalami peningkatan.

Bidang jasa perawatan *industrial gas turbine engine* dan *industrial generator* diharapkan dapat menjadi sumber pendapatan baru disamping untuk mengoptimalkan sumber daya dan kompetensi yang sudah dimiliki. Sebagai unit bidang yang tergolong muda, tata letak yang diaplikasikan dalam sistem *maintenance* belum pernah mengalami perbaikan. Sejauh ini tata letak fasilitas produksi yang ada ditentukan melalui faktor subjektif pengalaman dari

manajemen. Sehingga belum ada usaha optimalisasi pada tata letak baik dari segi mesin, peralatan dan *material handling*. Hal ini dapat menyebabkan susahnyanya pengukuran kuantitatif kinerja dari tata letak yang ada saat ini. Oleh karena itu, diperlukan pengaturan dan penataan *layout* dan fasilitas–fasilitas produksi yang secara kuantitatif untuk menghindari kerugian dari sistem *maintenance* yang berbasis proyek jasa ini.

Berdasarkan data yang terangkum, unit IGTE memiliki pertumbuhan bisnis yang baik. Jumlah perawatan dan perbaikan komponen mesin dari berbagai macam pembangkit listrik di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahun. Hal tersebut ditampilkan pada Gambar 1.2 berikut :

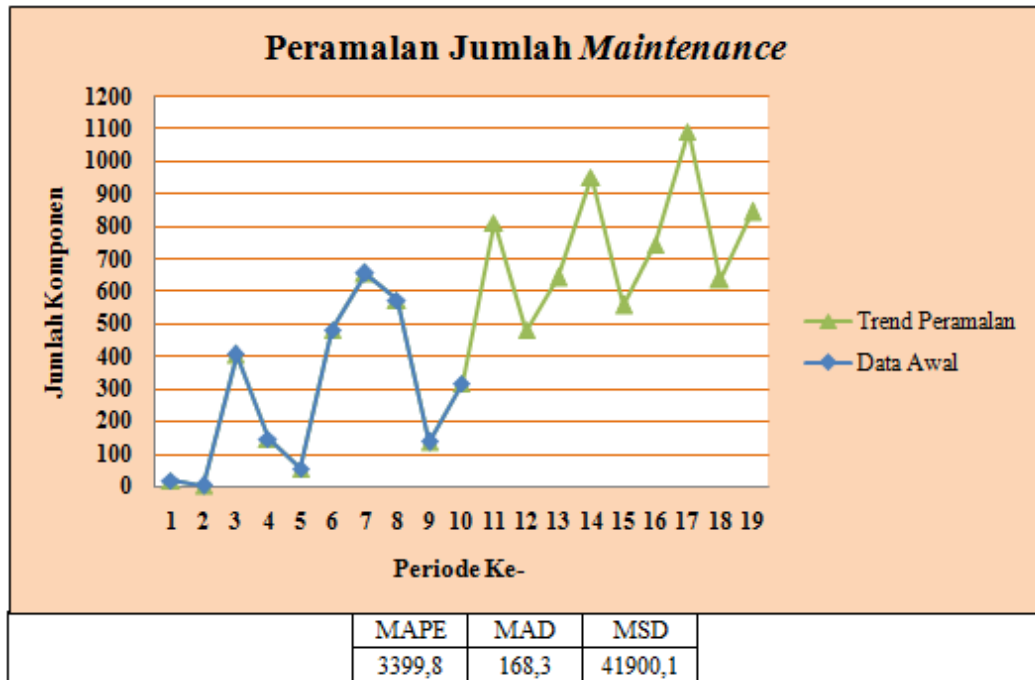


Gambar 1. 2 Grafik Pertumbuhan Jumlah Komponen Maintenance
(sumber : unit IGTE, 2014)

Pertumbuhan yang terjadi untuk masing–masing komponen terlihat cukup signifikan. Untuk komponen *transition piece*, *1st nozzle*, dan *combustion liner* peningkatan berada diatas 50%. Sedangkan untuk komponen berupa *2nd nozzle* dan *3rd nozzle* hanya mengalami peningkatan sebesar 23%. Persentase kenaikan tersebut menunjukkan bahwa terdapat potensi kenaikan *demand* pada perawatan dan perbaikan yang dilakukan unit IGTE.

Peningkatan permintaan secara langsung mempengaruhi pertimbangan dalam tata letak fasilitas. Untuk mampu bersaing pada persaingan bisnis secara global, maka perusahaan harus menyediakan fasilitas

yang memadai dan bekerja secara optimum. Dari hasil rekap peramalan data permintaan, terlihat bahwa jasa proyek perawatan dan perbaikan pada unit IGTE PT. GMF akan mengalami peningkatan seperti tertera pada Gambar 1.3 berikut :



Gambar 1. 3 Peramalan Jumlah Jasa Perawatan dan Perbaikan Unit IGTE
(sumber : Peramalan Data Komponen *Maintenance* unit IGTE, 2014)

Dalam grafik peramalan tersebut, pertumbuhan permintaan memiliki pergerakan yang sama dengan data awal. Namun secara nilai memiliki nilai yang meningkat secara berkala. Dengan kondisi tersebut pihak manajemen harus memperhitungkan kemampuan unit untuk memenuhi kebutuhan permintaan. Kapasitas pada *shop floor* memiliki hubungan yang erat dengan fasilitas. Jika fasilitas unit IGTE tidak mampu mengimbangi pergerakan permintaan ini, maka kesempatan untuk peningkatan pendapatan akan hilang. Sehingga perlu ditentukan penyusunan tata letak yang baik pada *shop floor* unit IGTE untuk mendukung pencapaian kapasitas yang optimum.

Tata letak fasilitas yang baik adalah tata letak yang juga dapat menangani sistem *material handling* secara menyeluruh (Wignjosoebroto, 2003). Dalam jasa perawatan yang dilakukan oleh unit IGTE PT. GMF AeroAsia kelancaran proses akan dipengaruhi oleh gerakan perpindahan

komponen produk. Karakteristik komponen pembangkit listrik yang memiliki ukuran besar membutuhkan bantuan tenaga mesin dalam pergerakannya. Dalam waktu dekat ini unit IGTE melakukan penambahan *tools material handling* berupa *Jip Crane*. Alat ini nantinya akan melakukan penanganan terhadap perpindahan material pada proses *welding* yang sebelumnya dilakukan oleh tenaga manusia. Sehingga dalam perancangan tata letak nantinya, kondisi tersebut merupakan salah satu faktor yang dipertimbangkan. Selain itu *material handling* sendiri memiliki pengaruh yang cukup besar, yaitu sebesar 30-75 % dari total biaya manufaktur suatu pabrik (Hicks, 2006).

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diselesaikan dalam penelitian ini adalah melakukan evaluasi tata letak fasilitas perawatan yang terdapat pada unit *industrial gas turbine engine* (IGTE) PT. GMF AeroAsia. Evaluasi tata letak dilakukan dengan menggunakan metode kualitatif teknik konvensional. Selain itu, dilakukan perancangan ulang tata letak fasilitas sebagai rekomendasi pada unit IGTE. Perancangan ulang tata letak fasilitas akan dilakukan dengan menggunakan algoritma *automated layout design program* (ALDEP).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Melakukan evaluasi tata letak perancangan fasilitas perawatan unit *industrial gas turbine engine* (IGTE) dengan menggunakan algoritma *automated layout design program* (ALDEP).
2. Memberikan rekomendasi perencanaan tata letak fasilitas perbaikan pada unit *industrial gas turbine engine* (IGTE) GMF AeroAsia.
3. Menghitung efisiensi perbaikan tata letak usulan terhadap tata letak saat ini pada unit *industrial gas turbine engine* (IGTE) GMF AeroAsia.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan masukan kepada PT. GMF AeroAsia dalam perancangan tata letak yang baru terutama pada unit IGTE *non aircraft*.
2. Memberikan rencana tata letak yang meminimasi biaya perpindahan material dan meningkatkan produktivitas kerja.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini terdiri dari batasan dan asumsi yang akan digunakan selama penelitian. Adapun batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Perencanaan tata letak dilakukan untuk rantai produksi unit IGTE *non aircraft* PT. GMF AeroAsia.
2. Produk yang digunakan adalah *transition piece*, *combustion liner*, *nozzle*, dan *bucket*.

Sedangkan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak adanya perubahan jumlah mesin dan karyawan selama proses pengamatan dilakukan.
2. Biaya perpindahan material konstan dan sama untuk setiap antar fasilitas

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut beberapa langkah sistematis yang digunakan dalam penelitian ini dalam pembuatan laporan tugas akhir:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan dan asumsi penelitian serta sistematika penulisan penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka memberikan penjelasan atau kajian terkait konsep dan teori yang akan digunakan dalam penelitian ini. Konsep dan teori ini akan menjadi dasar dan sumber literatur dalam pengembangan metode atau model penelitian, sehingga bisa dipertanggungjawabkan keberadaannya.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sehingga berjalan sistematis dan membantu untuk menjawab tujuan.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini akan berisi tahapan-tahapan dalam pengambilan serta pengolahan data yang dibutuhkan dalam penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

BAB 5 ANALISIS DAN DISKUSI

Bab ini akan membahas mengenai analisis dari data yang telah diperoleh dan diolah lebih lanjut pada bab sebelumnya.

BAB 6 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan dari analisis yang telah dilakukan agar dapat menjawab tujuan dan memberikan saran berkenaan dengan penelitian yang telah dilaksanakan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai beberapa teori dan metode yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Landasan teori yang berkaitan dengan penelitian antara lain mengenai perencanaan fasilitas, produktivitas, *layout*, pengukuran jarak, prinsip metode evaluasi tata letak, dan penelitian terdahulu.

2.1 Perencanaan Fasilitas

Dalam sebuah perusahaan, tata letak atau pengaturan dari area kerja dan fasilitas produksi merupakan elemen dasar produksi dan sering menjadi masalah dunia industri. Definisi dari tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facility layout*) adalah tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi (Wignjosuebrotto, 2003). Penataan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) yang tersedia untuk penempatan mesin dan fasilitas penunjang produksi, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya. Dalam perencanaan fasilitas produksi, terdapat dua hal pokok yaitu perencanaan lokasi pabrik dan perancangan fasilitas produksi (terlihat pada Gambar 2.1). Perencanaan lokasi pabrik adalah penentuan letak pabrik akan didirikan, sedangkan perancangan fasilitas merupakan pengaturan tata letak fasilitas dalam suatu pabrik.



Gambar 2. 1 Ruang Lingkup Perencanaan Fasilitas
(Wignjosoebroto, 2003)

Secara utama tujuan dari perencanaan tata letak adalah mengatur area kerja dari segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi kerja, aman dan nyaman sehingga meningkatkan moral kerja dan performansi kerja dari operator. Berdasarkan aspek dasar, tujuan, dan keuntungan-keuntungan yang didapatkan dalam tata letak pabrik yang terencanakan dengan baik, berikut merupakan enam tujuan dasar dalam tata letak pabrik :

- Integrasi secara menyeluruh dari semua faktor yang mempengaruhi proses produksi
- Perpindahan jarak yang seminimal mungkin
- Aliran kerja berlangsung secara lancar
- Semua area yang ada dimanfaatkan secara efektif dan efisien
- Kepuasan kerja dan rasa aman dari pekerja dijaga sebaik-baiknya
- Pengaruh tata letak harus fleksibel

Tujuan-tujuan tersebut juga dinyatakan sebagai prinsip dasar dari proses perencanaan tata letak pabrik yang selanjutnya dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Prinsip integrasi secara total

Prinsip ini menyatakan bahwa tata letak pabrik merupakan integrasi secara total dari seluruh elemen produksi yang ada menjadi satu unit operasi yang besar.

2. Prinsip jarak perpindahan bahan yang paling minimal

Hampir setiap proses yang terjadi dalam suatu industri mencakup beberapa gerakan perpindahan dari material, yang tidak bisa dihindari secara keseluruhan. Dalam proses pemindahan bahan dari satu operasi ke operasi lain, waktu dapat dihemat dengan cara mengurangi jarak perpindahan tersebut.

3. Prinsip aliran dari suatu proses

Prinsip ini merupakan kelengkapan dari jarak perpindahan bahan yang seminimal mungkin. Dengan prinsip ini diusahakan untuk menghindari adanya gerakan balik (*back tracking*), gerakan memotong (*cross tracking*), kemacetan (*congetion*), dan sedapat mungkin material terus bergerak tanpa adanya interupsi. Perlu diingat bahwa aliran proses yang baik tidaklah berarti harus selalu dalam lintasan garis lurus.

4. Prinsip pemanfaatan ruang

Pada dasarnya tata letak adalah suatu pengaturan ruangan yaitu pengaturan yang dipakai oleh manusia, bahan baku, mesin, dan peralatan penunjang produksi lainnya. Mereka ini memiliki dimensi tiga, yaitu aspek volume (*cubic space*) dan tidak sekedar aspek luas (*volume space*). Dengan demikian dalam merencanakan tata letak kita juga seharusnya mempertimbangkan faktor dimensi ruangan ini. Selain itu gerakan-gerakan dari orang, bahan, atau mesin juga terjadi dalam satu atau lebih dari tiga sumbu yaitu sumbu x, sumbu y, dan sumbu z.

5. Prinsip kepuasan dan keselamatan kerja

Kepuasan kerja bagi seseorang sangat besar artinya. Hal ini bisa dikatakan sebagai dasar utama dalam mencapai tujuan. Dengan membuat kepuasan suasana kerja maka secara otomatis akan banyak keuntungan yang dapat diperoleh. Paling tidak hal ini akan memberikan moral kerja yang lebih baik dan mengurangi ongkos

produksi. Suatu *layout* tidak dapat dikatakan baik apabila akhirnya justru membahayakan pekerja.

6. Prinsip fleksibilitas

Prinsip ini sangat berarti dalam abad dimana riset, ilmiah, komunikasi, dan transportasi bergerak dengan cepat yang mana hal ini akan mengakibatkan dunia industri ikut serta berpacu untuk mengimbangnya. Kondisi tersebut dapat menyebabkan beberapa perubahan produk, kapasitas dan jenis mesin, serta fasilitas produksi sehingga diperlukan perubahan tata letak yang ada. Kondisi ekonomis dapat dicapai bila tata letak yang direncanakan cukup fleksibel untuk dilakukan penataan ulang kembali (*relayout*).

2.2 Layout

Layout adalah dasar berdirinya sebuah perusahaan, menggambarkan tentang tata letak fasilitas dan proses produksi dari *part*, mesin, material dan operator. Menentukan pola aliran dari aliran material merupakan langkah pertama dalam mengembangkan *layout*. Tipe dari tata letak yang sesuai akan menjadikan efisiensi proses manufaktur untuk jangka waktu yang cukup panjang.

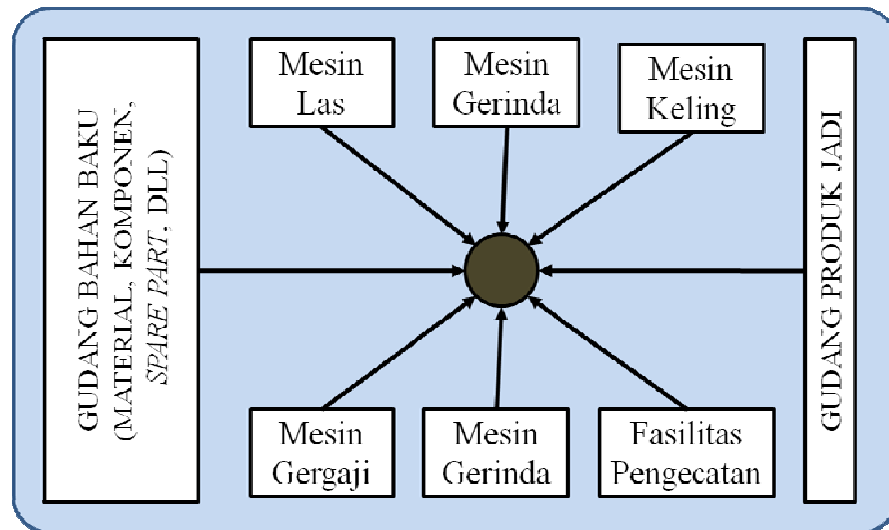
Permasalahan yang dihadapi oleh perancang *layout* bukan hanya pada saat merancang sebuah industri manufaktur yang baru, tetapi saat sistem pelayanan pada industri tersebut mengalami proses ekspansi, konsolidasi, atau modifikasi sistem yang sudah ada. Meskipun secara periodik sebuah perusahaan perlu merubah tata letak setiap 2 – 3 tahun, tetapi dalam dekade terakhir frekuensi perubahan *layout* meningkat. Hal ini disebabkan oleh perubahan karakteristik produk yang semakin memiliki banyak variasi daripada dekade yang lalu, serta perubahan permintaan dari konsumen secara performansi dan fungsi.

Berdasarkan aliran materialnya, tata letak dapat dibedakan menjadi empat bentuk dasar yaitu :

a) *Fixed Position Layout*

Pada tipe *layout* ini material berada pada posisi yang tetap (tidak berubah), sementara itu proses produksi (mesin atau alat) akan berpindah tempat menghampiri produk atau material (terlihat pada Gambar 2.2). *Layout* ini cocok

untuk pengerjaan produk dengan ukuran besar. Contoh penerapan *layout* adalah pada industri pembuatan perahu atau pesawat.

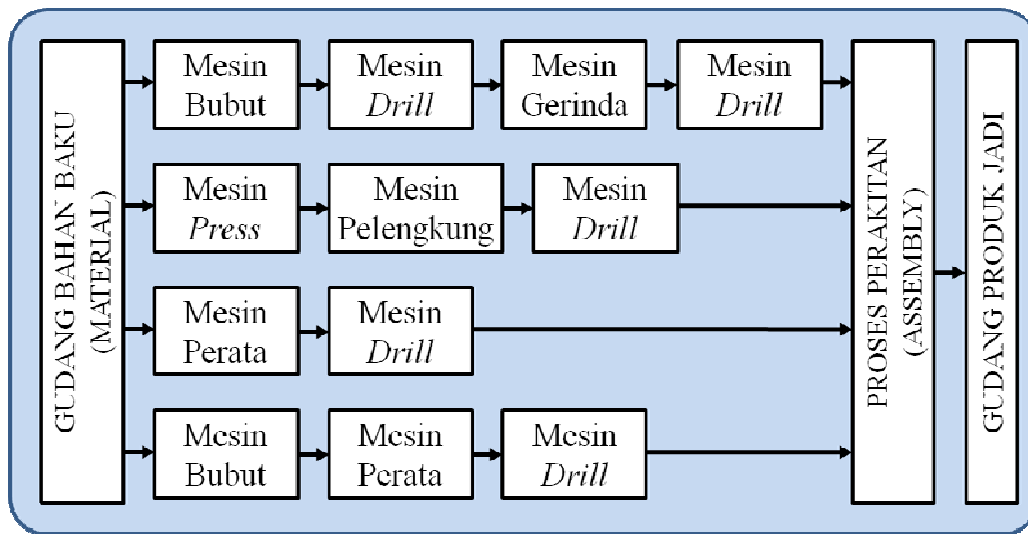


Gambar 2. 2 *Fixed Product Layout*
(Wignjosoebroto, 2003)

b) *Production Line Product Layout*

Tata letak untuk mesin atau departemen pada tipe *production line product layout* ini disusun berdasarkan aliran dari komponen atau produk yang sejenis (terlihat pada Gambar 2.3). Sehingga suatu lintasan produksi akan menghasilkan produk atau komponen yang sejenis pula. Tata letak ini cocok diterapkan pada industri yang berbasis *mass production* dan memiliki variasi produk yang rendah. Dasar pertimbangan dalam perancangan tata letak tipe ini adalah (Wignjosoebroto, 2003) :

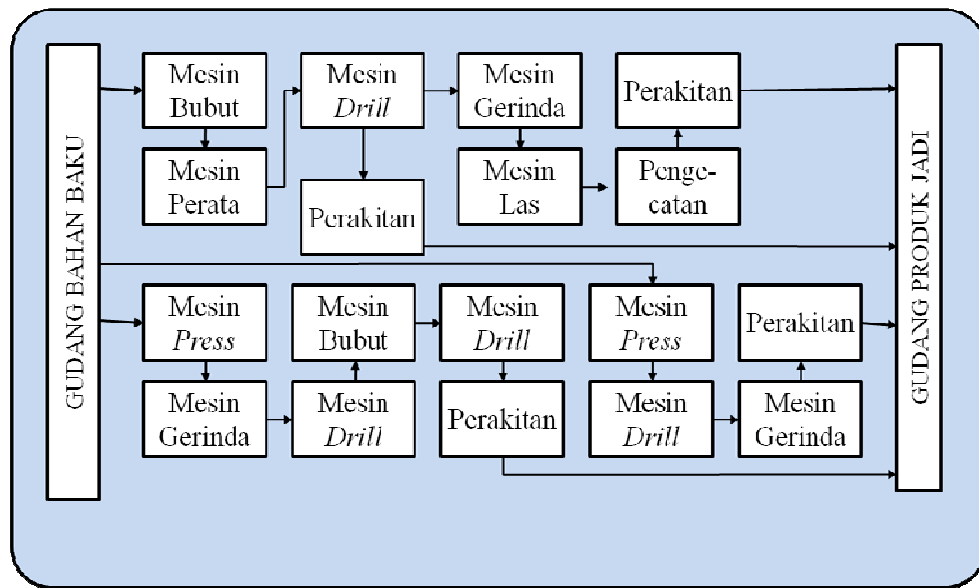
- Satu atau beberapa produk standar yang dihasilkan
- Volume produk besar dalam waktu yang lama (*mass production/batch /seri production*)
- Aplikasi standarisasi tata cara dan waktu operasi
- Aplikasi *line balancing* dan spesialisasi kerja
- Minimal proses inspeksi
- Aplikasi proses dengan menggunakan mesin-mesin spesial (*special purpose machine*)
- Mekanisasi/otomasi aktivitas *material handling*



Gambar 2. 3 *Production Line Product Layout*
(Wignjosoebroto, 2003)

c) *Product Family Layout*

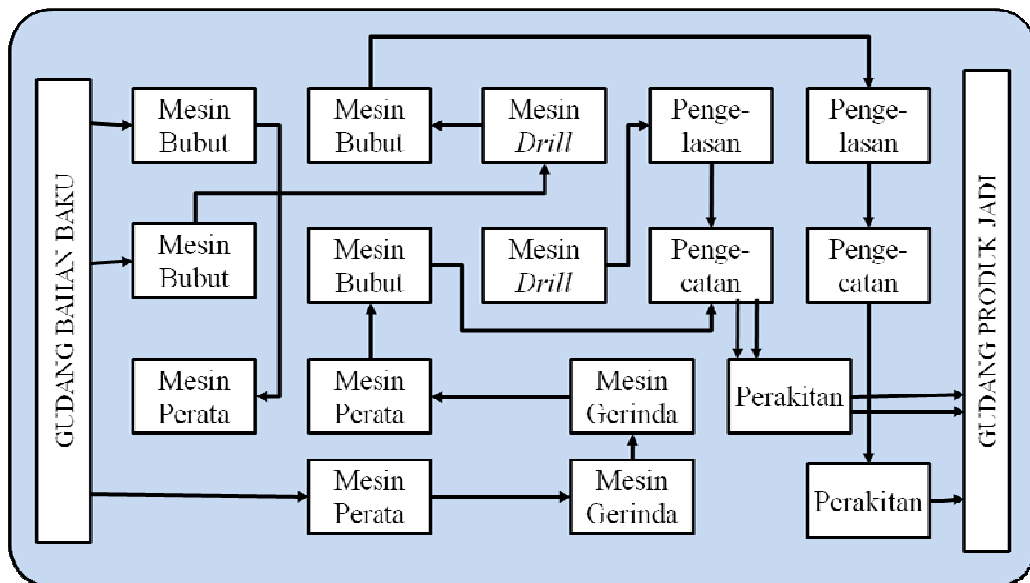
Family layout atau *manufacturing cell layout* atau *group technology* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menyusun tata letak sesuai dengan hubungan dalam proses produksi baik itu kesamaan dimensi, bentuk ataupun urutan proses. Dapat digolongkan berdasarkan bentuk, komposisi atau kebutuhan peralatan produksi (terlihat pada Gambar 2.4). Tipe *layout* ini cocok diterapkan pada industri dengan variasi dan jumlah produk yang banyak, namun memiliki kemiripan dalam proses produksi komponen.



Gambar 2. 4 Product Family Layout
(Wignjosoebroto, 2003)

d) Process Layout

Tata letak dengan tipe ini memiliki susunan pengelompokan mesin yang didasarkan pada proses operasi atau fungsi kerja yang sejenis (*functional layout*) seperti terlihat pada Gambar 2.5. *Process layout* cocok diterapkan pada industri produk dengan volume yang kecil namun menghasilkan berbagai macam produk (variasi tinggi).



Gambar 2. 5 Product Family Layout
(Wignjosoebroto, 2003)

2.3 Pola Aliran Pemindahan Bahan

Produktivitas yang tinggi dapat diperoleh dengan cara mengatur aliran proses produksi secara efektif dan efisien. Aliran proses produksi disini akan diartikan sebagai aliran yang diperlukan untuk memindahkan elemen-elemen produksi (bahan baku/material, orang, parts, dan lain-lain) dari awal proses dilaksanakan sampai akhir proses menurut lintasan yang dianggap paling efisien. Berdasarkan proses yang dilalui, maka aliran material akan dapat diklasifikasikan menjadi tiga tahapan yaitu :

- Gerakan perpindahan semua elemen (material/part) mulai dari sumber asalnya menuju pabrik yang akan mengelolanya.
- Gerakan perpindahan dari material/part di dalam dan sekitar pabrik selama proses produksi berlangsung.
- Gerakan perpindahan yang meliputi aktivitas distribusi daripada produk jadi (*output*) yang dihasilkan menuju ke lokasi pemesan atau konsumen.

2.3.1 Metode Kuantitatif Analisis Aliran Bahan

Dalam analisis kuantitatif aliran bahan akan diukur berdasarkan kuantitas material yang dipindahkan seperti berat, volume, serta jumlah unit kuantitatif lainnya. Peta yang umum digunakan secara kuantitatif adalah *From to chart*.

From to Chart atau disebut pula sebagai *trip frequency chart* atau *travel chart* merupakan sebuah metode konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi (Wignjosoebroto, 2003). Metode ini cocok digunakan untuk kondisi dimana aliran sebuah barang memiliki jumlah yang banyak.

Tabel 2. 1 Contoh *From to Chart*

From To	A	B	C	D	E
A		2	2	2	0
B	0		2	1	3
C	2	0		0	2
D	1	2	3		3
E	2	1	2	3	

Angka-angka yang terdapat dalam *From to Chart* seperti pada Tabel 2.1 akan menunjukkan total dari berat beban yang harus dipindahkan, jarak perpindahan, volume atau kombinasi dari faktor ini. Adapun data yang dibutuhkan untuk menjadi masukan dalam matrik antara lain sebagai berikut :

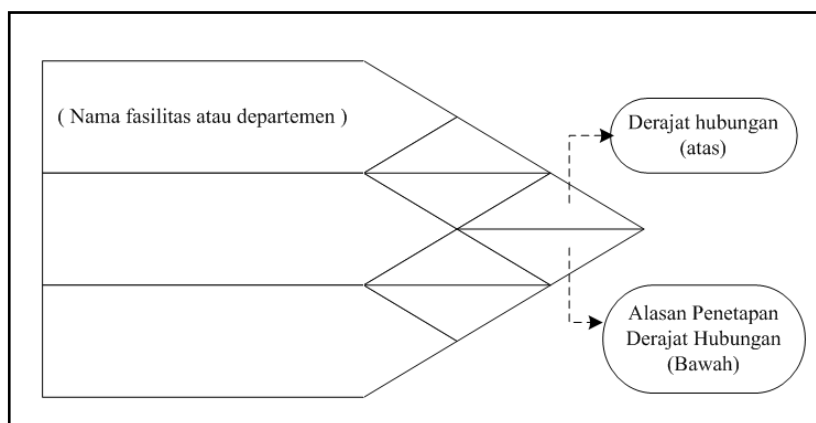
- Jumlah gerakan antar kegiatan.
- Jumlah bahan yang dipindahkan tiap periode waktu.
- Berat bahan yang dipindahkan tiap periode.
- Kombinasi dari jumlah, waktu, dan berat tiap satuan waktu.
- Prosentase dari tiap kegiatan terhadap kegiatan-kegiatan sebelumnya.

2.3.2 Metode Kualitatif Analisis Aliran Bahan

Tidak hanya kuantitatif, untuk mempertimbangkan faktor yang tidak mampu terukur secara satuan hitung terdapat pula metode analisis bahan secara kualitatif. Aliran bahan dapat diukur secara kualitatif menggunakan tolok ukur derajat kedekatan hubungan antara satu fasilitas (departemen) dengan lainnya. Dalam perancangan tata letak dapat digunakan peta hubungan aktivitas (*activity relationship chart*) dan diagram hubungan aktivitas (*activity relationship diagram*).

2.3.2.1 Activity Relationship Chart (ARC)

Peta hubungan aktivitas adalah suatu cara atau teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas dari masing – masing departemen. *Activity Relationship Chart* (ARC) dikembangkan oleh Richard Muther pada tahun 1973. ARC tidak berbeda jauh dibandingkan dengan metode *From to Chart*. Dalam *From to Chart* analisis didasarkan pada angka berat/volume dan jarak perpindahan bahan dari satu departemen lain, sedangkan ARC menggantikan kedua hal tersebut dengan kode – kode huruf yang menunjukkan derajat hubungan aktivitas secara kualitatif disertai dengan angka yang menunjukkan alasan pemilihan kode. Berikut merupakan kode dan angka yang digunakan dalam ARC yang ditampilkan pada Tabel 2.2 dan 2.3:



Gambar 2. 6 Contoh ARC
(Wignjosoebroto, 2003)

Tabel 2. 2 Kode Huruf Derajat Hubungan ARC

Kode Huruf	Keterangan
A	Mutlak perlu didekatkan
E	Sangat penting untuk didekatkan
I	Penting untuk didekatkan
O	Cukup / biasa
U	Tidak penting
X	Tidak dikehendaki berdekatan

Tabel 2. 3 Kode Alasan Pemilihan Kode Angka Derajat Hubungan ARC

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Penggunaan catatan secara bersama
2	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3	Menggunakan <i>space</i> area yang sama
4	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5	Derajat kontak kertas kerja yang sering dilakukan
6	Urutan aliran kerja
7	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama
8	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan, ramai, dan lain-lain

2.3.2.2 Activity Relationship Diagram (ARD)






Pada dasarnya diagram ini menjelaskan mengenai pola hubungan aliran bahan dan lokasi dari masing-masing departemen penunjang terhadap departemen produksinya. Untuk membuat *Activity Relationship Diagram* (ARD) ini, terlebih dahulu data yang diperoleh dari ARC dimasukkan ke dalam suatu lembar kerja (*work sheet*) seperti pada contoh Tabel 2.4 berikut :

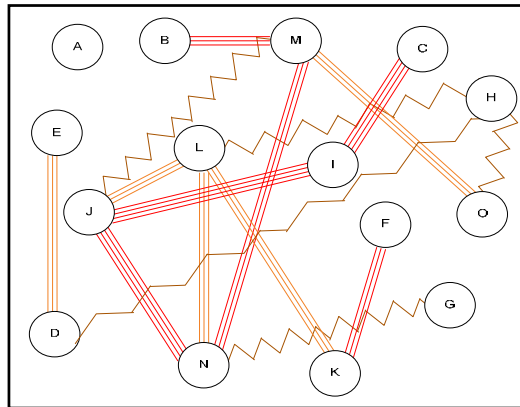
Tabel 2. 4 Contoh Lembar Kerja Masukan Untuk ARD

Nomor Departemen	Nama Departemen	Derajat Keterdekatan					
		A	E	I	O	U	X
I	Pemotongan	II	-	V	IV, III	-	-
II	Pengelasan	I	V	-	III	-	IV
III	Pengecatan	V	IV	-	I, III	-	-
IV	Penyimpanan	-	III	V	I	-	II
V	Pengeringan	III	II	I, IV	-	-	-

Setelah mendapatkan rekap data tersebut, kemudian dibuat diagram. Alternatif dibuat dengan mencoba melihat hubungan aktivitas masing-masing departemen dengan memakai kombinasi garis dan warna yang telah distandarkan dengan ketentuan seperti Tabel 2.5 berikut :

Tabel 2. 5 Standar Penggambaran Derajat Hubungan Aktivitas

Derajat (Nilai) Kedekatan	Deskripsi	Kode Garis	Kode Warna
A	Mutlak		Merah
E	Sangat Penting		Oranye
I	Penting		Hijau
O	Cukup / Biasa		Biru
U	Tidak Penting	Tidak ada kode garis	Tidak ada kode warna
X	Tidak Dikehendaki		Coklat



Gambar 2. 7 Contoh ARD

2.4 Pengukuran Jarak

Dalam melakukan pengukuran jarak yang terdapat antar fasilitas, terdapat tujuh macam cara yang umum digunakan (Heragu, 1997) yaitu *eucladian*, *squared eucladian*, *rectilinear*, *tchebychev*, *aisle distance*, *adjency*, dan *shortest path*.

2.4.1 Eucladian

Metode pengukuran jarak ini mengukur jarak garis lurus diantara pusat-pusat fasilitas. Umumnya pengukuran ini digunakan lebih banyak dalam masalah lokasi fasilitas daripada masalah *layout*. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$E_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2} \quad (2.1)$$

dimana :

E_{ij} = Jarak yang diukur antara pusat fasilitas i dan j

X_i = Koordinat x dari pusat fasilitas i

Y_i = Koordinat Y dari pusat fasilitas j

2.4.2 Squared Eucladian

Pengukuran *squared eucladian* adalah pengukuran persegi dari *eucladian*, dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$E_{ij} = (X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2 \quad (2.2)$$

2.4.3 Rectilinear

Pengukuran ini umum digunakan karena mudah untuk dikomputasi, mudah dimengerti, dan cocok untuk banyak masalah praktis. Rumus perhitungannya adalah :

$$R_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \quad (2.3)$$

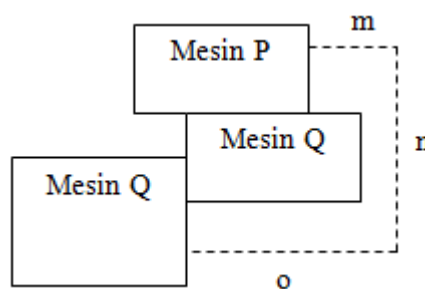
2.4.4 Tchebychev

Metode ini merupakan metode pengukuran tiga dimensi, dan diaplikasikan untuk menghitung perjalanan *crane* saat mengambil barang. Rumus perhitungannya adalah :

$$T_{ij} = \max |X_i - X_j|, |Y_i - Y_j|, |Z_i - Z_j| \quad (2.4)$$

2.4.5 Aisle Distance

Pengukuran aisle berbeda dari semua jenis pengukuran lainnya karena metode ini adalah mengukur jarak perjalanan aktual sepanjang *aisle* oleh pembawa *material handling*. Pada contoh Gambar 2.8 berikut perhitungan jarak dilakukan dengan penjumlahan antara m, n, dan o.



Gambar 2. 8 Contoh Penempatan Mesin

2.4.6 Adjency

Metode pengukuran ini digunakan oleh teknik *systematic layout planning* dalam perhitungan *score* untuk *layout*. Dihitung dengan mengindikasikan apakah fasilitas itu berdekatan atau tidak. Jika berdekatan akan diberi nilai 1, begitu pula sebaliknya jika tidak berdekatan mendapat nilai 0.

2.4.7 Shortest Path

Metode ini digunakan untuk penentuan jarak antara dua *nodes*. Sebuah jaringan terdiri dari *nodes* dan *arcs*. Dimana *nodes* adalah fasilitas dan *arc* diantara sepasang fasilitas *nodes* mempresentasikan sebuah lintasan (*path*) diantara dua *node* tersebut.

2.5 Evaluasi Kriteria Layout

Untuk melakukan evaluasi tata letak maka perlu ditentukan dahulu kriteria penilaiannya. Pengukuran yang dapat dilakukan adalah :

$$\sum_i \sum_j C_{ij} F_{ij} D_{ij} \quad (2.5)$$

Dimana :

C_{ij} = biaya perpindahan material dari fasilitas i ke fasilitas j

F_{ij} = frekuensi perpindahan material dari fasilitas i ke fasilitas j

D_{ij} = Jarak perpindahan material dari fasilitas i ke fasilitas j

2.6 Perancangan Tata Letak dengan Metode Algoritma

Selain menggunakan teknik konvensional yang sudah umum, perbaikan tata letak juga dapat dilakukan dengan pendekatan algoritma. Pendekatan tersebut dikelompokkan menjadi dua yaitu algoritma optimal dan algoritma sub-optimal. Algoritma optimal lebih bersifat eksak dan dilandasi oleh model matematis yang dapat memecahkan masalah secara optimal. Salah satu kekurangan algoritma optimal adalah memiliki batas jumlah fasilitas sebanyak 15 buah. Untuk mengatasi hal tersebut maka dikembangkan algoritma sub-optimal atau dikenal dengan algoritma heuristik. Algoritma sub-optimal menggunakan prosedur pencarian dari satu titik ke titik lain untuk memperbaiki kriteria model, sehingga diharapkan solusi yang diperoleh mendekati optimal. Pendekatan algoritma heuristik dapat dibagi menjadi empat yaitu algoritma konstruksi, perbaikan, hibrid, dan teori grafik.

2.6.1 Algoritma Konstruksi

Algoritma konstruksi digunakan dalam menyusun tata letak yang baru, dimana peletakan fasilitas dilakukan secara bertahap dengan kriteria penempatan tertentu sampai seluruh fasilitas ditempatkan atau susunan tata letak telah dipenuhi. Berikut merupakan algoritma yang termasuk dalam bagian konstruksi :

- *Computerized Relationship Planning* (CORELAP)

Algoritma yang diperkenalkan oleh Robert C. Lee dan Moore pada tahun 1967 ini menggunakan *systematic layout planning* (SLP) yang dikembangkan oleh Muther sebagai dasar. Data yang dibutuhkan sebagai masukan adalah :

- Peta hubungan (*relationship chart*)
- Luas area tiap departemen
- Jumlah departemen
- Nilai kedekatan hubungan (*closeness rating*)

CORELAP menempatkan kegiatan yang paling berkaitan, kemudian secara progresif menambahkan kegiatan-kegiatan lain, berdasarkan kedekatan yang diinginkan dan menurut ukuran yang dibutuhkan. Ini berlangsung sampai semua kegiatan ditempatkan. Tata letak yang dihasilkan dalam perhitungan ini masih berupa matriks yang tidak beraturan yang menggambarkan penempatan kegiatan/fasilitas yang ada. Sehingga diperlukan penyesuaian lebih lanjut agar dapat dipergunakan.

- *Plant Layout Analysis & Evaluation Technique* (PLANET)

Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Deisenrith dan Apple pada tahun 1972. Data masukan yang diperlukan adalah :

- *Part list*, yaitu frekuensi, susunan, biaya per satuan jarak (untuk perhitungan *from to chart* frekuensi x biaya)
- *Input* langsung pada FTC
- *Input* tabel data yang mirip dengan FTC namun memiliki nilai yang menandakan keinginan menempatkan suatu departemen berdekatan dengan departemen lain.

Data-data tersebut kemudian akan diubah menjadi *flow between cost chart* (FBCC). FBCC dan prioritas penempatan merupakan dasar PLANET untuk penempatan departemen pada *layout*. PLANET mencetak layout dalam bentuk tak beraturan. Program berusaha mempertahankan bentuk departemen bujursangkar, dan menghindari bentuk memanjang.

o *Automated Layout Design Program* (ALDEP)

Pertama kali dikembangkan oleh Seehof dan Evans pada tahun 1967. Masukan yang dibutuhkan dalam pengolahan data ini kurang lebih sama dengan metode CORELAP. Terdapat beberapa perbedaan dalam pengolahan sebagai berikut :

- a) Prosedur penempatan pada CORELAP menggunakan dasar TCR, sedangkan ALDEP memilih secara random.
- b) CORELAP berusaha memperoleh sebuah tata letak terbaik, sedangkan ALDEP menghasilkan beberapa alternatif *layout* dan hasil evaluasinya.

ALDEP memilih secara random sebuah fasilitas yang memiliki tingkat hubungan tinggi (A atau E) dan menempatkannya ke sudut kiri atas dari *layout*. Fasilitas berikutnya yang dipilih adalah fasilitas yang mempunyai hubungan tertinggi atau sama dengan fasilitas pertama yang dipilih secara random tersebut. Jika terdapat lebih dari satu fasilitas maka fasilitas kedua dipilih secara acak. Jika tidak ada yang memenuhi, maka fasilitas kedua dipilih secara acak yaitu yang memiliki tingkat hubungan lebih rendah (I). Proses berlangsung sampai seluruh fasilitas dengan tingkat hubungan I ditempatkan. Proses dilanjutkan untuk tingkat hubungan lebih rendah sampai semua fasilitas selesai ditempatkan.

ALDEP menggunakan nilai yang diterjemahkan dari setiap bentuk tingkat hubungan kedekatan dalam bentuk angka. Berikut merupakan nilai yang diberikan untuk masing-masing derajat kedekatan :

A (mutlak harus didekatkan)	= 64
E (sangat penting untuk didekatkan)	= 16

I (penting untuk didekatkan)	= 4
O (cukup/biasa untuk didekatkan)	= 1
U (tidak penting didekatkan)	= 0
X (tidak dikehendaki untuk berdekatan)	= -1024

Sebagai algoritma konstruksi, ALDEP memiliki beberapa kelebihan dan juga kekurangan dalam aplikasi metodenya. Berikut merupakan kelebihan dari metode ALDEP :

- Mampu menetapkan lokasi khusus pada batas luas ruang yang tersedia
- Memberikan banyak pilihan alternatif tata letak
- Memperhatikan keterkaitan derajat hubungan kedekatan antar lokasi
- Memiliki kemampuan untuk kemampuan digunakan untuk bangunan dengan lantai yang banyak

Selain itu metode algoritma ALDEP ini juga memiliki beberapa kekurangan sebagai berikut :

- Biaya perpindahan tidak dihitung
- Memiliki kesulitan dalam menilai proses produksi
- Perhitungan terbatas hingga 63 departemen

ALDEP mencetak tata letak yang dicakup dalam sebuah batasan daerah persegi, meskipun kegiatan ditempatkan atau diletakkan secara tegak merentang, sehingga fasilitas cenderung agak memanjang. Sama dengan program lainnya setiap nomor fasilitas menunjukkan bagian luas total kegiatan tersebut. ALDEP mampu menangani sampai 63 departemen dan menempatkan departemen yang tetap pada suatu lokasi, serta mempertimbangkan lokasi yang sudah ada seperti gang atau tangga.

2.6.2 Algoritma Perbaikan

Algoritma perbaikan membutuhkan solusi awal dalam penggunaannya. Solusi tersebut biasanya dilakukan secara random. Dari solusi awal tersebut dilakukan pertukaran secara sistematis antar fasilitas, kemudian dilakukan evaluasi. Pertukaran yang menghasilkan solusi terbaik akan dipakai dan prosedur

diteruskan sampai solusi tidak dapat diperbaiki lagi. Berikut merupakan metode dari algoritma perbaikan :

1) *Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques (CRAFT)*

Pertama kali diperkenalkan oleh Armour, Buffa dan Vollman pada tahun 1963. Tujuan dari metode CRAFT ini adalah meminimasi total biaya transportasi yang merupakan hasil perkalian antara frekuensi aliran, jarak yang ditempuh dan biaya pemindahan. Data yang dibutuhkan sebagai masukan adalah :

- Tata letak awal : jumlah departemen, luas tiap departemen, dan area yang tersedia
- *From to Chart* (frekuensi aliran departemen)
- *Move Cost Chart* (biaya untuk per unit jarak dari pengangkutan material antar departemen)
- Jumlah dan lokasi departemen yang tetap atau tidak dapat dipertukarkan

Dasar algoritma CRAFT adalah menggunakan prosedur *steepest descent*. Pertukaran yang dilakukan mempunyai syarat tertentu yang harus dipenuhi minimal salah satunya, yaitu :

- a. Departemen yang dipertukarkan harus mempunyai perbatasan yang sama
- b. Departemen yang dipertukarkan harus mempunyai luas yang sama
- c. Departemen yang dipertukarkan harus mempunyai kedua perbatasan yang sama pada ketiga departemen

2) *Computerized Facilities Design (COFAD)*

Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh James A. Tompkins pada tahun 1972. Pada dasarnya COFAD merupakan modifikasi dari CRAFT untuk mendapatkan kesimpulan yang mendekati kenyataan dengan memperhatikan semua peralatan penanganan material. Jadi COFAD menggabungkan masalah tata letak dengan mempertimbangkan pemilihan

sistem penanganan material. Data yang dibutuhkan sebagai masukan adalah :

- Pilihan peralatan penanganan material yang sanggup melakukan gerakan tertentu
- Biaya masing-masing peralatan
- FTC masing-masing pilihan peralatan
- Tata letak awal

2.6.3 Algoritma Hibrid

Algoritma ini mempunyai karakteristik berupa gabungan antara algoritma konstruksi dan perbaikan dapat diklasifikasikan sebagai algoritma hibrid. Dalam penggunaannya, algoritma ini menggunakan algoritma konstruksi untuk mendapatkan solusi awal, lalu solusi tersebut diperbaiki dengan menggunakan algoritma perbaikan sehingga diperoleh solusi akhir. Beberapa metode dapat diklasifikasikan menjadi algoritma hibrid :

- a) DISCON, diperkenalkan oleh Drezner tahun 1980
- b) FLAC, diperkenalkan oleh Criabin dan Vergin tahun 1985
- c) Gabungan antara Algoritma *Branch & Bound* dengan algoritma VERBES, diperkenalkan oleh Burkard dan Stratman tahun 1978

2.6.4 Algoritma Teori Grafik

Penggunaan paket perangkat lunak dengan teori grafik pertama kali adalah program RUGR yang dijalankan di komputer MINSK Rusia. Input yang dibutuhkan adalah diagram hubungan, dimensi x dan y yang tetap. Perhitungan matematika dan teori grafik digunakan untuk membentuk area berdasarkan derajat hubungan dengan meminimasi dimensi x dan mempertahankan dimensi y tetap. Beberapa metode yang termasuk dalam algoritma ini adalah :

- a) *Revinne Usporadani Rovinny Graph* (RUGR)
- b) *Plant Layout APT Language* (PLANTAPT)

2.7 Review Penelitian Terdahulu

Untuk memberikan informasi dan penjelasan terkait perkembangan penelitian mengenai perancangan ulang tata letak fasilitas yang bertujuan untuk masukan dalam penataan fasilitas yang efektif dan efisien, maka dalam *review* ini akan diberikan gambaran tentang penelitian-penelitian yang sebelumnya sehingga dapat diketahui posisi dan perbedaan penelitian yang akan ditulis saat ini dengan penelitian lainnya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perancangan tata letak fasilitas di berbagai perusahaan dengan metode masing-masing sebagai referensi dalam pengembangan ide.

Penelitian yang dilakukan oleh Nanang Aribowo tahun 2008 merupakan perancangan fasilitas yang berfokus pada area produksi. Metode yang digunakan sebagai pendekatan dalam merancang alternatif perbaikan tata letak adalah CORELAP, algoritma 2-opt dan *planar graph*. Hasil keluaran dari masing-masing metode adalah gambar denah rancangan tata letak baru dengan perhitungan yang berbeda-beda. Fokus utama perbaikan tata letak didasarkan pada biaya pemindahan material. Biaya *material handling* akan dihitung berdasarkan total hasil perkalian frekuensi dengan jarak. Total biaya dari masing – masing alternatif tata letak kemudian dibandingkan, tata letak dengan jumlah biaya terendah akan dipilih sebagai tata letak usulan.

Penelitian kedua oleh Dimas Rahmawan pada tahun 2011 melakukan perancangan tata letak fasilitas dengan fokus amatan adalah lantai produksi departemen *mechanic*. Perusahaan yang menjadi objek amatan adalah PT. Jefta Prakarsa Pratama yang bergerak dalam bidang industri perdagangan domestik dalam negeri, ekspor, dan impor panel listrik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *computerized relative allocation of facilities techniques* atau disebut CRAFT. Tata letak lantai produksi akan dievaluasi kemudian dilakukan perbaikan penataan fasilitas dengan pendekatan perhitungan dari metode CRAFT. Hasil yang ingin dicapai adalah terdapat usulan rancangan tata letak yang meminimalkan jarak perpindahan bahan.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Andini Irma Dewi dan rekan pada tahun 2013. Perencanaan tata letak dilakukan pada sebuah pabrik penghasil rokok. Untuk lingkup area perancangan tata letak adalah bagian produksi rokok. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, perencanaan tata letak akan menggunakan peran simulasi. Pada tahap awal dilakukan identifikasi permasalahan proses produksi seperti tingginya tingkat *work in process* dan adanya *crossing* aliran material. Penelitian ini menggunakan metode *systematic layout planning* dilanjutkan dengan simulasi *existing layout*. Berdasarkan hasil simulasi tata letak, ARC, ARD, *space relationship diagram* (SRD), dan perhitungan kebutuhan ruang, dirancang dua alternatif tata letak serta dilakukan simulasi terhadap kedua alternatif tersebut. Jumlah *output* hasil simulasi dengan nilai peningkatan tertinggi akan dipilih menjadi solusi rancangan.

Penelitian keempat dari Farieza Qoriyana dan rekan pada tahun 2013 melakukan perancangan pada fasilitas bagian produksi. Objek amatan CV. Visa Insan Madani merupakan salah satu industri garmen di Bandung, Jawa Barat yang bergerak dalam bidang pembuatan baju tunik dan koko. Permasalahan yang terjadi adalah perusahaan ingin memindahkan lokasi produksi pada lahan baru yang lebih luas. Metode yang digunakan adalah teknik konvensional dan algoritma ALDEP. Hasil rancangan tata letak mesin di lantai produksi yang didapatkan akan meminimumkan total ongkos pemindahan material serta berakibat pada pola aliran produksi yang dapat berjalan lancar.

Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan ulang tata letak bagian *maintenance unit industrial gas turbine engine* (IGTE). Salah satu unit dari PT. GMF AeroAsia ini berfokus pada perawatan komponen-komponen mesin pembangkit listrik. Metode yang digunakan untuk perancangan tata letak adalah dengan pendekatan teknik konvensional dan juga algoritma *Automated Layout Design Program* (ALDEP). Metode konvensional dan ALDEP akan menghasilkan rancangan tata letak yang baru. Dari alternatif tersebut kemudian dilakukan perhitungan perkalian frekuensi dan jarak. Hasil perhitungan dengan nilai terendah digunakan sebagai tata letak alternatif usulan pada unit IGTE. rekapitulasi untuk setiap penelitian dapat dilihat dalam Tabel 2.6 berikut :

Tabel 2. 6 Rekap Posisi Penelitian

NO	NAMA	TAHUN	JUDUL PENELITIAN	KETERANGAN
1.	Nanang Aribowo	2008	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Menggunakan Algoritma CORELAP, Algoritma 2-Opt dan Algoritma <i>Planar Graph</i> untuk Meminimasi Biaya <i>Material Handling</i>	Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Algoritma CORELAP Algoritma 2-Opt Algoritma <i>Planar Graph</i>
2.	Dimas Rahmawan	2011	Usulan Tata Letak Ulang Menggunakan Metode CRAFT untuk meminimalkan Jarak Perpindahan Bahan di Lantai Produksi Departemen <i>Mechanic</i> PT. Jefta Prakarsa Pratama	Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Algoritma CRAFT
3	Andini Irma Dewi, Mochamad Choiri, Remba Yanuar Efranto	2013	Perencanaan Ulang Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Hasil Simulasi Proses Produksi Rokok (Studi Kasus PT. Bayi Kembar Malang)	Proses Produksi Rokok <i>Systematic Layout Planning</i> Simulasi
4.	Farieza Qoriyana, Fifi Herni Mustofa, Susy Susanty	2013	Rancangan Tata Letak Fasilitas Bagian Produksi pada CV. Visa Insan Madani	Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi Teknik Konvensional ALDEP
5.	Widhani Putri	2014	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Unit <i>Industrial Gas Turbine Engine</i> PT. GMF AeroAsia	Perancangan Tata Letak Fasilitas <i>Maintenance</i> Teknik Konvensional Algoritma ALDEP

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah sistematis yang digunakan dalam penelitian sehingga dapat memberikan solusi terhadap permasalahan dan memberikan pembahasan untuk mendapat kesimpulan.

3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan penelitian, studi pendahuluan dilakukan untuk mengetahui dan memberikan penjelasan terhadap kajian pendukung penelitian. Persiapan dilakukan sebagai identifikasi terhadap permasalahan yang ada sehingga nantinya diselesaikan melalui pengerjaan penelitian. Studi yang dilakukan dibagi menjadi dua bagian yaitu studi literatur dan observasi lapangan. Penelitian dilaksanakan pada unit *maintenance Industrial Gas Turbin Engine* PT. GMF Aeroasia.

Studi literatur mempelajari teori-teori yang digunakan dalam penelitian. Studi ini ditujukan untuk mengetahui dan memberikan penjelasan terhadap kajian yang mendukung penelitian. Studi literatur yang dipelajari meliputi teori perencanaan fasilitas, tata letak (*layout*), pola aliran pemindahan bahan, pengukuran jarak, evaluasi kriteria *layout*, perancangan tata letak dengan metode algoritma, serta beberapa penelitian terdahulu dengan bahasan terkait.

Sedangkan observasi lapangan ditujukan untuk mengetahui bagaimana keadaan nyata dari objek amatan. Observasi lapangan dilakukan langsung di unit IGTE PT. GMF AeroAsia untuk dokumentasi serta mencari informasi dan data yang dibutuhkan dalam pengolahan data. Dari studi tersebut maka dilakukan pengumpulan dan pengolahan data untuk pemecahan permasalahan penelitian.

3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Setelah mendapatkan beberapa informasi baik dari studi literatur dan observasi lapangan, maka dilakukan pengolahan terhadap data. Pada tahap ini akan dibagi menjadi dua bagian yaitu tahap pengumpulan data dan tahap pengolahan data.

3.2.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berasal dari pihak unit IGTE. pengumpulan data dilakukan dengan melakukan kunjungan ke unit IGTE dan selama proses penelitian berlangsung. Data-data yang dibutuhkan untuk penelitian adalah informasi terkait jenis produk *maintenance* dari unit IGTE, aliran proses perawatan untuk masing-masing produk *maintenance*, data terkait dimensi dan jumlah fasilitas yang tersedia pada tata letak saat ini, serta gambaran denah dari *layout* terkini.

3.2.2 Pengolahan Data

Setelah data didapatkan maka dilakukan pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan akan menghasilkan masukan proses perancangan tata letak unit IGTE yang baru. Pengolahan yang dilakukan antara lain adalah perhitungan kebutuhan luas area, perhitungan jarak antar lokasi, frekuensi perpindahan benda kerja, pengolahan data teknik konvensional, pengolahan data algoritma ALDEP, evaluasi kriteria *layout*, serta evaluasi aliran proses.

Pengolahan data secara umum adalah perhitungan luas area, jarak antar lokasi dan frekuensi perpindahan. Perhitungan luas area menggunakan data dimensi dan jumlah fasilitas yang tersedia pada tata letak saat ini. Data dimensi dan jumlah tersebut kemudian dihitung dan ditambahkan dengan pertimbangan luas *allowance* dan *aisle* sebagai faktor penentu kebutuhan luas area. Hasil dari kebutuhan luas area tersebut kemudian dibandingkan dengan luas area yang tersedia saat ini, apakah mengalami kekurangan atau kelebihan luas area.

Pengolahan selanjutnya adalah perhitungan jarak antar lokasi untuk menjadi masukan dalam evaluasi kriteria *layout*. Perhitungan jarak antar lokasi pada tata letak saat ini dilakukan dengan metode *rectilinear* dengan mengikuti rumus 2.3 yang ada pada tinjauan pustaka. Hasil dari tahap ini adalah besar jarak tempuh untuk masing-masing perpindahan antar fasilitas.

Setelah melakukan perhitungan jarak antar lokasi, dilakukan perhitungan jumlah frekuensi perpindahan pada keseluruhan proses perawatan. Perhitungan jumlah frekuensi perpindahan dilakukan manual disesuaikan dengan langkah-langkah pada masing-masing proses perawatan setiap komponen. Hasil

perhitungan frekuensi perpindahan ini menjadi masukan dalam perhitungan evaluasi kriteria *layout*.

3.2.2.1 Pengolahan Data Metode Kualitatif

Dalam perancangan ulang tata letak fasilitas, metode optimasi yang dilakukan dibagi menjadi dua jenis yaitu kualitatif dan kuantitatif. Pengerjaan metode kualitatif akan menggunakan metode *activity relation chart (ARC)* dan *activity realtion diagram (ARD)*. Penilaian derajat hubungan kedekatan pada ARC dilakukan oleh pihak manajemen unit IGTE. Hasil penilaian tersebut kemudian direkap pada lembar kerja berupa tabel untuk kemudahan pembuatan ARD. Selanjutnya dilakukan penggambaran visual dari ARC menggunakan ARD. Diagram ARD menggambarkan tata letak lokasi berdasarkan kedekatannya dengan menggunakan standar yang telah disepakati.

3.2.2.2 Pengolahan Data Metode Kuantitatif

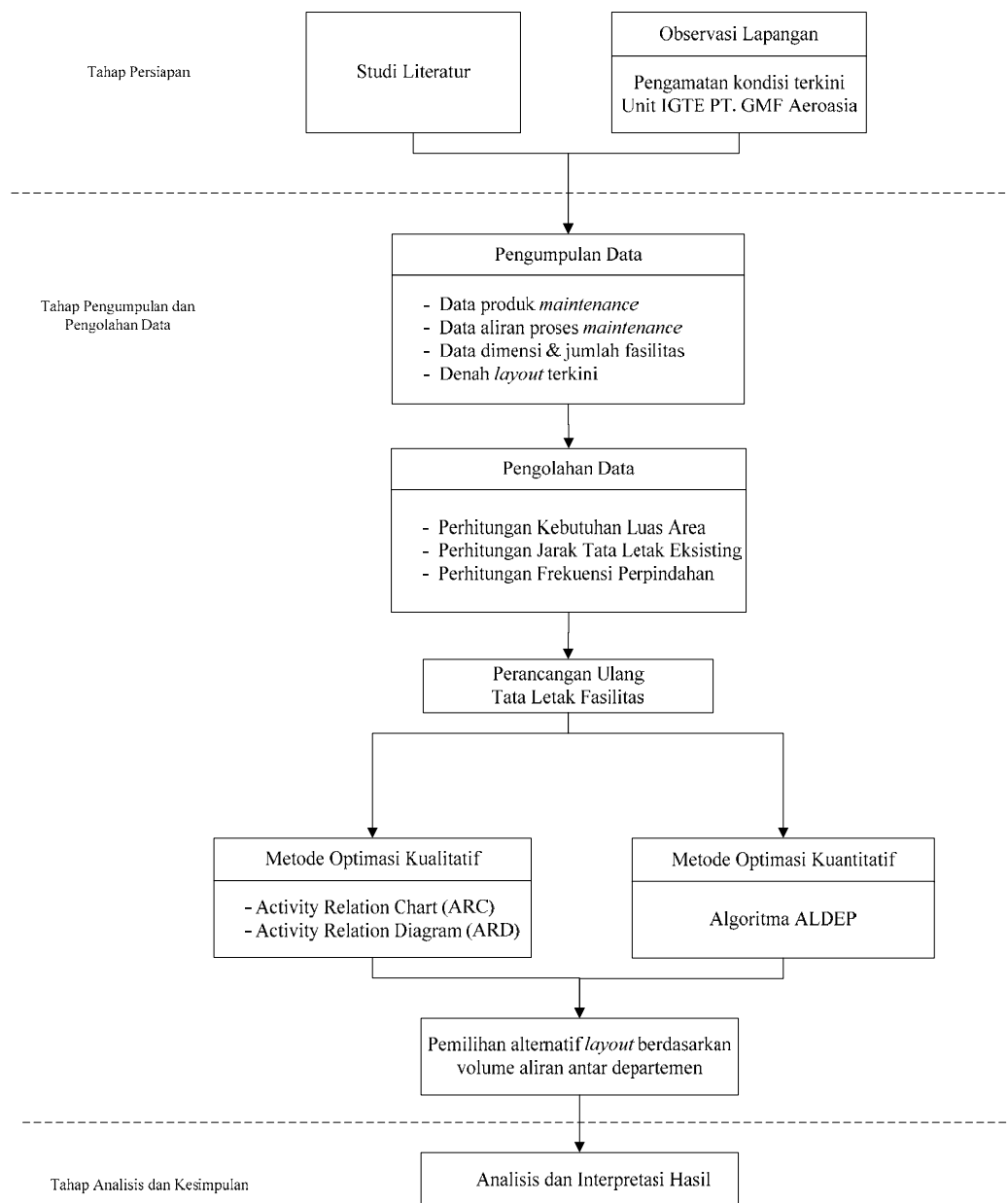
Setelah melakukan pengolahan data dengan metode kualitatif maka dilakukan pengolahan data secara kuantitatif. Masukan yang diperoleh pengolahan data sebelumnya berupa data luas area dan penilaian derajat hubungan kedekatan dari ARC. Pengolahan data metode kuantitatif dilakukan dengan menggunakan algoritma ALDEP. Penggunaan algoritma ALDEP ini dibantu dengan penggunaan *software* ALDEP. Hasil dari pengolahan data pada *software* ALDEP ini adalah satu usulan alternatif tata letak baru untuk unit IGTE. Hasil tata letak dari ALDEP masih gambaran secara kasar, maka dilakukan penerjemahan ulang untuk disesuaikan dengan kondisi saat ini.

3.2.2.3 Perbandingan Alternatif Tata Letak

Perbandingan alternatif dilakukan dengan perhitungan evaluasi kriteria jarak dan evaluasi aliran proses perawatan benda kerja. Perhitungan evaluasi kriteria tata letak dilakukan dengan rumus 2.5 yang ada pada tinjauan pustaka. Hasil perhitungan dari tata letak terkini dan tata letak perbaikan kemudian dibandingkan dan dihitung persentase perbedaannya. Kemudian dilakukan penggambaran alur proses perawatan dari salah satu produk di unit IGTE. Penggambaran alur proses ini digunakan untuk melihat perbedaan alur kerja pada tata letak saat ini dan tata letak perbaikan.

3.3 Tahap Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan interpretasi dan analisis dari data-data yang telah diolah pada tahap sebelumnya serta pembahasan lebih jelas hasil-hasil dari penelitian yang telah diperoleh. Tahap akhir dari penelitian ini adalah menarik kesimpulan atas keseluruhan hasil yang didapatkan dari pelaksanaan langkah-langkah penelitian. Saran juga diberikan kepada perusahaan sebagai masukan sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai data-data yang telah dikumpulkan selama penelitian dilaksanakan yaitu produk *maintenance*, aliran proses, fasilitas dan area yang tersedia pada tata letak saat ini. Pengolahan data dilakukan menggunakan data yang telah diperoleh.

4.1 Pengumpulan Data

Perancangan ulang tata letak fasilitas pada unit IGTE PT. GMF AeroAsia membutuhkan beberapa data untuk dilakukan pengolahan. Data-data yang perlu dikumpulkan antara lain data jenis produk yang melakukan *maintenance* pada unit IGTE, aliran proses *maintenance* pada masing-masing jenis produk, jenis dan ukuran fasilitas atau area yang tersedia, serta tata letak awal yang digunakan saat ini.

4.1.1 Produk *Maintenance*

PT. GMF AeroAsia merupakan salah satu usaha yang bergerak pada bidang jasa. Sebagian besar unit yang berada didalamnya menangani jasa perawatan di bidang *aircraft* (pesawat terbang). kegiatan utama yang dilaksanakan antara lain penyediaan jasa perawatan dan perbaikan pesawat terbang yang mencakup rangka pesawat, mesin, komponen dan jasa pendukung lainnya secara terintegrasi atau dikenal dengan bisnis *maintenance, repair and overhaul (MRO)*.



Gambar 4. 1 Logo Perusahaan GMF AeroAsia

Unit *industrial gas turbine engine* merupakan unit bisnis milik PT. GMF AeroAsia yang baru. Fokus perawatan yang dilakukan adalah pada komponen-komponen pembangkit listrik. Konsumen dari jasa tersebut adalah beberapa perusahaan pembangkit listrik yang terdapat di Indonesia. Komponen utama dari

pembangkit listrik yang dilakukan perawatan adalah *gas turbine engine*. Dari beberapa komponen yang terdapat pada bagian *gas turbine engine*, terdapat empat buah komponen yang mayoritas diperbaiki oleh unit IGTE yaitu *transition piece*, *combustion liner*, *nozzle*, dan *bucket*. Gambar 4.1 sampai dengan 4.6 berikut merupakan gambar dari empat komponen tersebut.



Gambar 4. 2 Komponen *Transition Piece*



Gambar 4. 5 Komponen 2nd dan 3rd *Nozzle*



Gambar 4. 3 Komponen *Combustion Liner*



Gambar 4. 6 Komponen *Bucket*

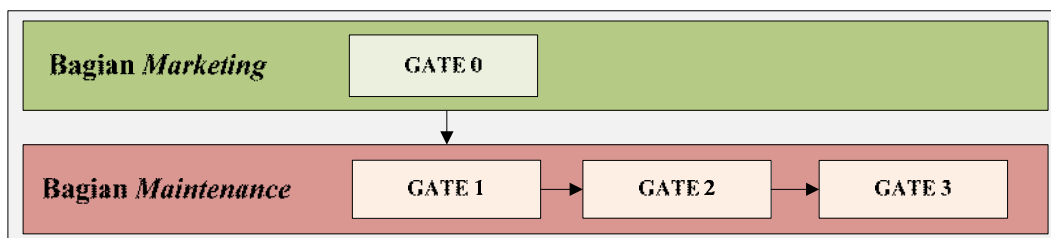


Gambar 4. 4 Komponen 1st *Nozzle*

4.1.2 Gambaran Proses *Maintenance* Produk

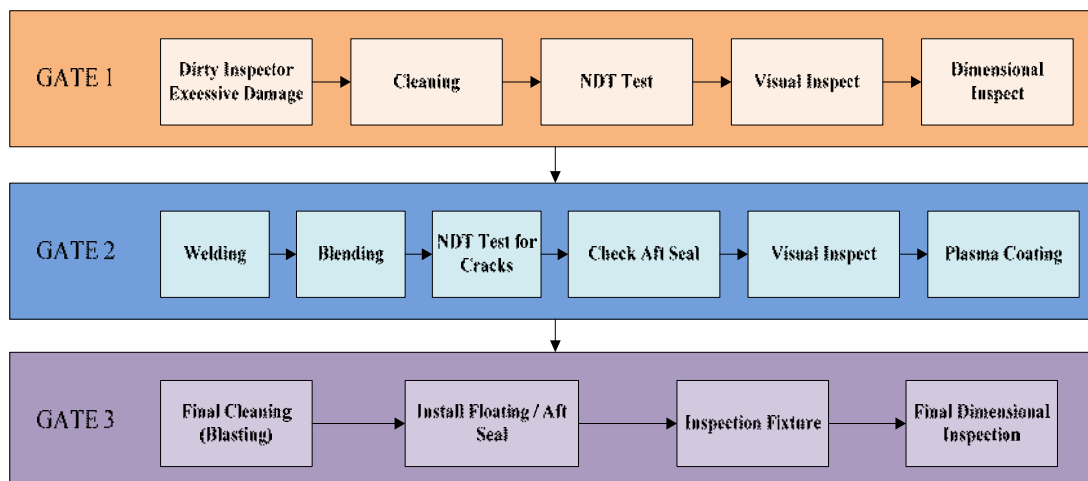
Proses bisnis yang dijalankan merupakan proyek order. Untuk memudahkan pengaturan sistem dan integrasi informasi maka digunakan sistem *gate*. Terdapat 4 macam *gate* yaitu *gate 0*, *gate 1*, *gate 2*, dan *gate 3*. Setiap objek yang mulai dikerjakan pada proses dengan urutan pertama pada suatu *gate* menandakan *gate* tersebut dibuka dan *work order* berstatus terbuka. Kemudian jika suatu objek kerja telah selesai dikerjakan dari proses dengan urutan terakhir pada suatu *gate*, maka objek dinyatakan *closed* begitu pula dengan *work order* dari *gate* tersebut.

Proses berjalan berurutan dari satu *gate* ke *gate* lainnya. Dimulai dari awal proses pada *gate 0* hingga proses paling akhir pada *gate 3*. Untuk *gate 0* lebih berperan pada ranah *marketing* yaitu penerimaan order. Untuk peran *maintenance* lebih dipegang oleh *gate 1*, *gate 2*, dan *gate 3*. Untuk proses yang terdapat pada *gate 1*, *gate 2*, dan *gate 3* akan berbeda pada masing – masing komponen. Hal tersebut dikarenakan perlakuan yang diberikan akan disesuaikan pada kerusakan yang terjadi pada komponen. Gambar 4.7 berikut merupakan gambaran pembagian *gate* yang terdapat pada unit IGTE.



Gambar 4. 7 Pembagian *Gate* Unit IGTE

Pada *gate 1*, *gate 2*, dan *gate 3* yang memegang bagian perawatan, terdapat beberapa proses yang termasuk didalamnya. Gambar 4.8 berikut merupakan proses yang terdapat masing-masing *gate* :



Gambar 4. 8 Aliran Proses Pada Gate 1, 2, dan 3

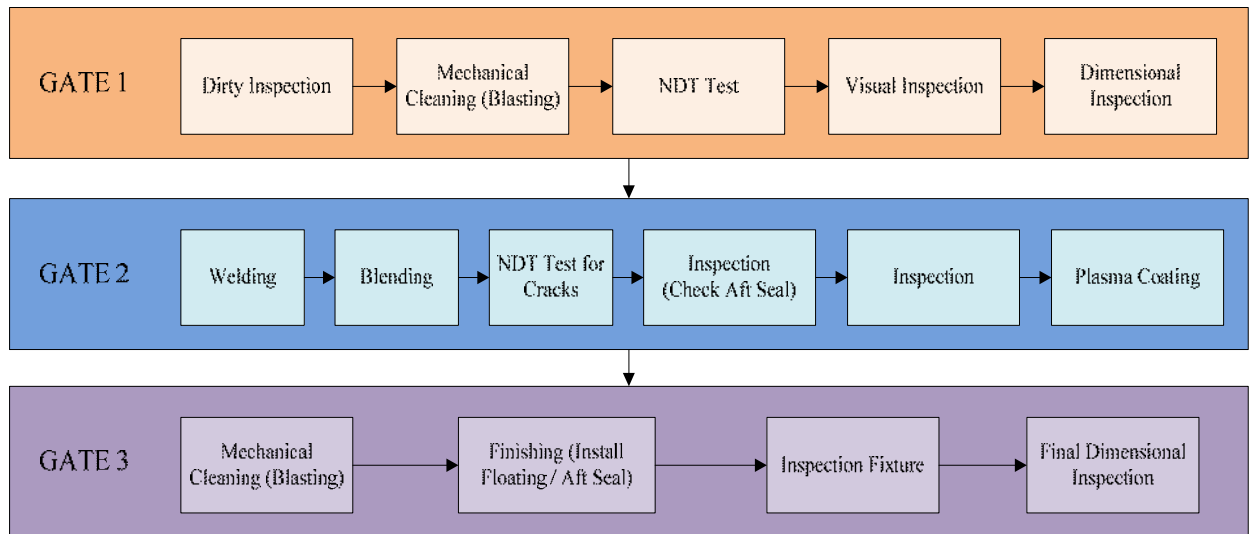
Pada *gate 1* ketika status *open* maka dimulai dengan proses inspeksi untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada objek. Setelah itu dilakukan *cleaning* atau pembersihan objek dari kotoran yang ada sebelum masuk ke tahap selanjutnya. Kemudian proses *NDT test*, *visual impact*, dan *dimensional inspect* dilakukan untuk mengetahui kerusakan secara detail. Jika sudah selesai maka work order pada *gate 1* menjadi *closed* dan objek masuk *gate 2*.

Saat *gate 2* dinyatakan berstatus *open*, maka proses pertama adalah *welding* objek yang berfungsi menutup *crack* yang ada pada objek. Kemudian dilakukan pengecekan dengan *NDT test*. Setelah itu dilakukan *aft seal* (pengecekan bagian belakang) dan dilanjutkan dengan *visual inspect* untuk mengetahui apakah *crack* sudah tertutup. Apabila sudah tertutup, maka dilakukan *plasma coating* (pelapisan pada objek) agar objek terlihat bagus kembali. Dengan begitu status *gate 2* berubah menjadi *closed*.

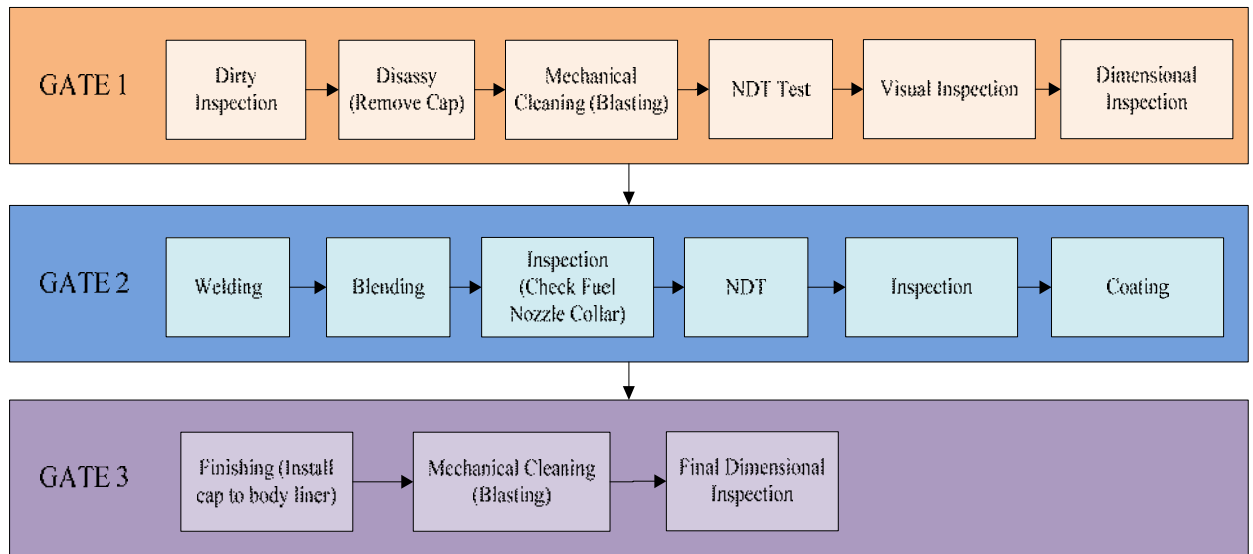
Berlanjut pada *gate 3* dengan status *open*. Proses dilanjutkan dengan *cleaning* yang menggunakan sistem *blasting* sebagai pembersihan akhir. Objek yang telah dibersihkan kemudian akan melalui proses instalasi dan dilanjutkan dengan inspeksi pada *fixture* (bagian-bagian tetap pada mesin). Proses akhir adalah inspeksi final *dimensional* dengan sistem kepresisian dimensi pada mesin. Dengan berakhirnya proses terakhir, maka status *gate 3* *closed*.

Pada setiap *gate*, masing-masing komponen perawatan melalui proses yang berbeda disesuaikan dengan kebutuhan komponen. Gambar 4.9 sampai

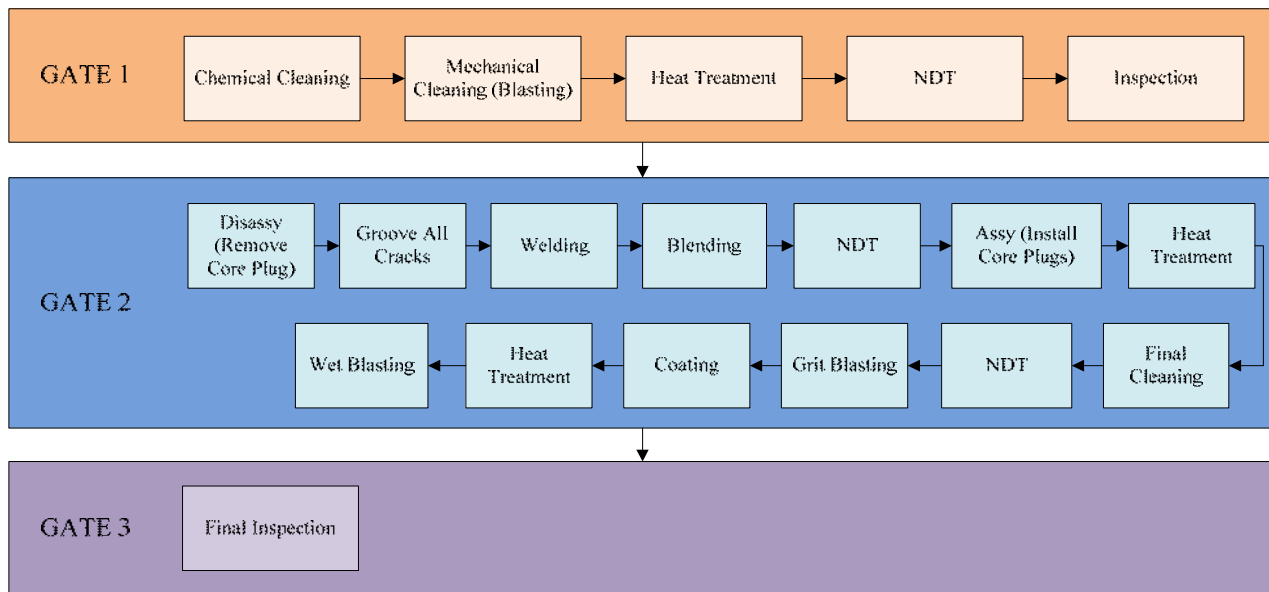
dengan Gambar 4.13 berikut merupakan proses perawatan yang dilalui masing-masing komponen :



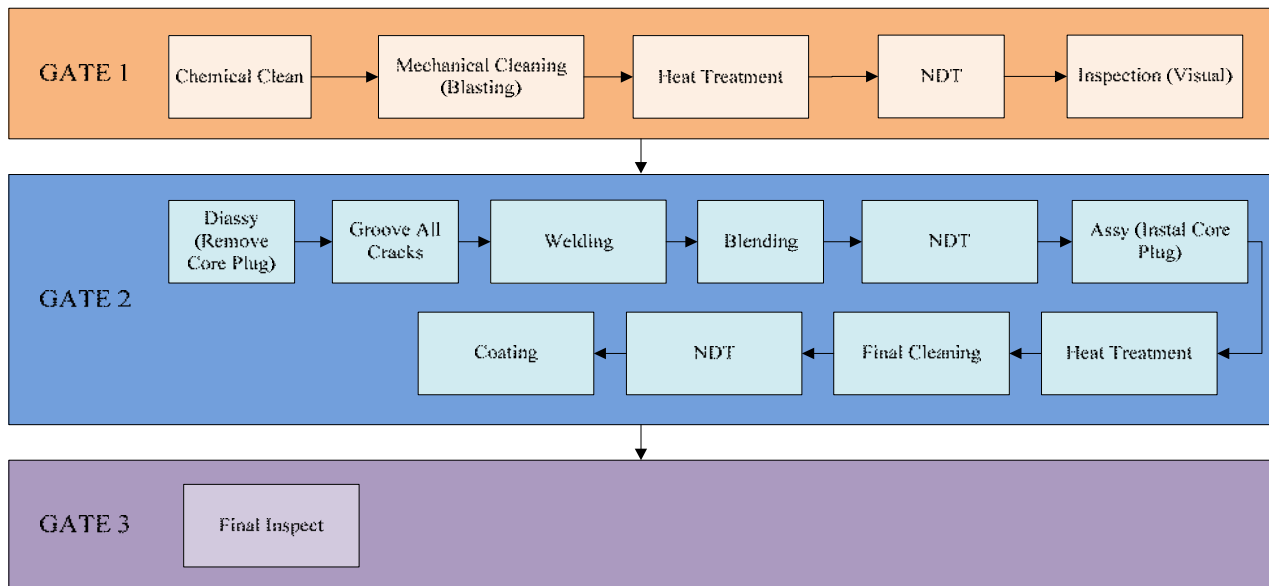
Gambar 4. 9 Proses *Maintenance* Komponen *Transition Piece*



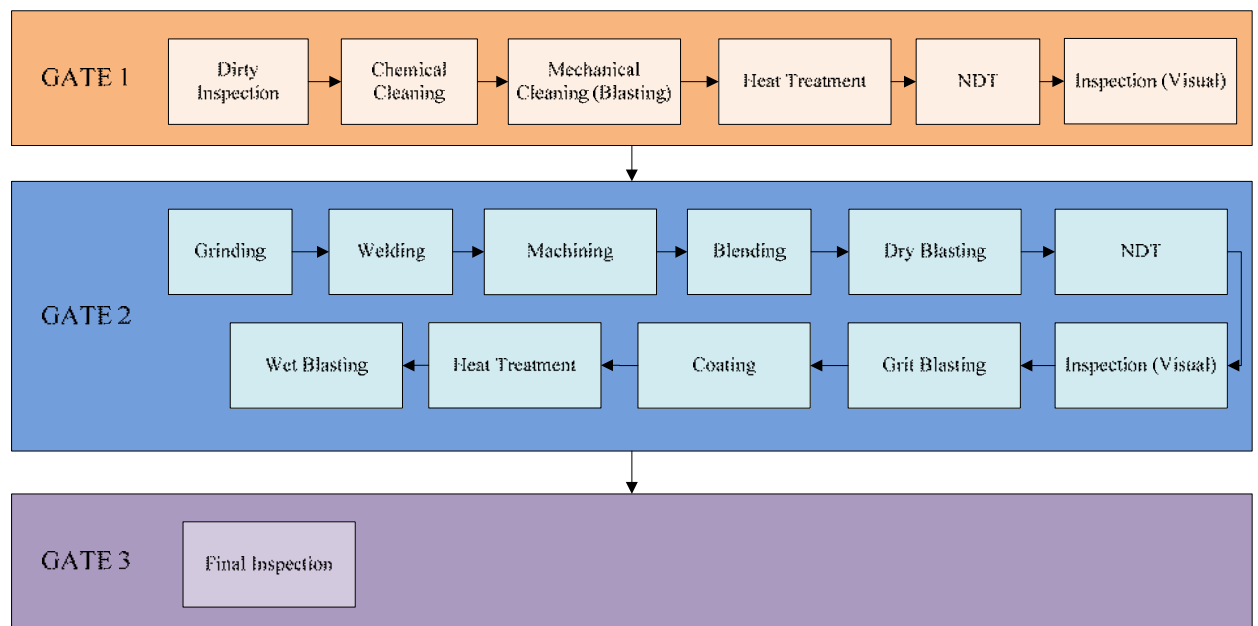
Gambar 4. 10 Proses *Maintenance* Komponen *Combustion Liner*



Gambar 4. 11 Proses *Maintenance* Komponen 2nd and 3rd *Nozzle*



Gambar 4. 12 Proses *Maintenance* Komponen 1st *Nozzle*



Gambar 4. 13 Proses *Maintenance* Komponen *Bucket*

4.1.3 Fasilitas Unit *Industrial Gas Turbine Engine*

Unit *industrial gas turbine engine* (IGTE) terbagi menjadi beberapa lokasi sesuai dengan kebutuhan proses *maintenance* yang ada. Dalam beberapa lokasi tersebut terdapat pula beberapa fasilitas yang mendukung kinerja dari unit IGTE dalam melakukan perawatan dan perbaikan pada komponen mesin pembangkit listrik. Tabel 4.1 berikut menunjukkan data fasilitas yang terdapat pada masing-masing lokasi di *shop floor* unit IGTE saat ini.

Tabel 4. 1 Fasilitas Unit IGTE

<i>DRESSING & BLENDING AREA</i>		
No	Fasilitas	Jumlah
1	<i>Meja general repair</i>	2
2	<i>Area part in process</i>	1
3	<i>Meja blending</i>	5
4	<i>Lemari tools</i>	1
5	<i>Lemari APD</i>	1
<i>WELDING</i>		
No	Fasilitas	Jumlah
1	<i>Meja welding</i>	5
2	<i>Rak tools</i>	3

Tabel 4.1 Fasilitas Unit IGTE (lanjutan)

GENERAL REPAIR		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Meja inspeksi	1
2	Meja <i>welding</i>	2
3	Rak barang	4
TOOLS & FIXTURE STORAGE		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Rak <i>tools</i>	5
2	<i>Tools</i> GE	3
3	Rak <i>acetylene gas bottle storage</i>	1
MACHINING		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Mesin <i>grinding</i>	1
2	Mesin <i>lathe</i>	2
3	Mesin <i>milling</i>	1
4	Rak <i>tools</i>	9
PACKAGING & SHIPPING		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Rak barang	5
2	Rak <i>Ar&O2 gas bottle storage</i>	1
NDT AREA		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Meja inspeksi	1
2	Meja <i>cast iron</i>	1
3	Rak <i>tools</i>	2
4	FPI room	1
5	CMM room	1
6	<i>Meeting room</i> (lantai 2)	1
7	Tangga lingkaran (untuk akses lantai 2)	1
COATING INCOMING & OUTGOING		
No	Fasilitas	Jumlah
1	<i>Dry oven</i>	1
2	Rak <i>tools</i>	2
3	Meja <i>masking</i>	1
4	<i>Area incoming & outgoing</i>	1
INSPECTION & ASSY DISASSY		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Meja inspeksi	2
2	Meja inspeksi & <i>assy / disassy</i>	1

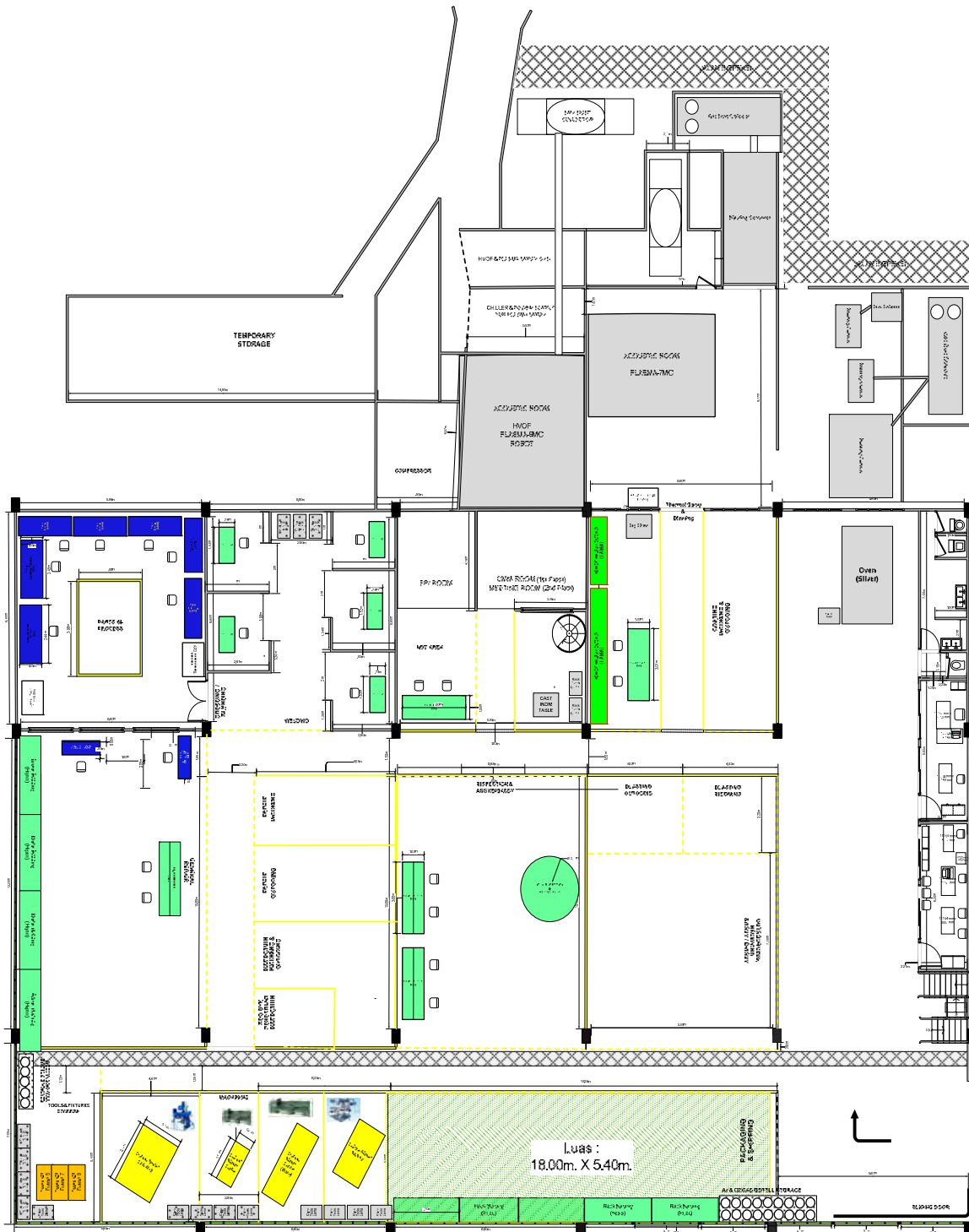
Tabel 4.1 Fasilitas Unit IGTE (lanjutan)

BLASTING INCOMING & OUTGOING		
No	Fasilitas	Jumlah
1	<i>Area blasting incoming</i>	1
2	<i>Area blasting outgoing</i>	1
3	Rak APD	1
OUTSOURCING, RECEIVING & ASSY/DISSASSY		
No	Fasilitas	Jumlah
1	<i>Area outsourcing, receiving, & assy/dissassy</i>	1
REPAIR INCOMING & OUTGOING		
No	Fasilitas	Jumlah
1	<i>Area repair incoming</i>	1
2	<i>Area repair outgoing</i>	1
INSPECTION INCOMING & OUTGOING		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Area inspeksi	1
RED DYE PENETRAN INSPECTION		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Area inspeksi	1
TERMAL & SPRAY BLASTING		
No	Fasilitas	Jumlah
1	Oven	1
2	Panel oven	1
3	<i>Acoustic room (Plasma 9MC)</i>	1
4	<i>Acoustic room (Plasma 7MC)</i>	1
5	<i>Chiller & power supply for plasma spray room</i>	1
6	<i>HVOF & plasma spray Gas room</i>	1
7	<i>Blasting container</i>	1
8	<i>Blasting cabinet 1</i>	1
9	<i>Blasting cabinet 2</i>	2
10	<i>Dust collector</i>	1
11	<i>Wet dust collector</i>	2
12	<i>Dry dust collector</i>	1
13	<i>Compressor</i>	1
14	<i>Blasting room</i>	1

Tabel 4.1 menunjukkan fasilitas yang tersedia pada unit IGTE. Masing-masing area dilengkapi dengan fasilitas sesuai dengan kegiatan yang dilakukan. Beberapa bagian dilengkapi dengan meja dan rak peralatan. Sedangkan mesin berukuran besar lebih terpusat pada bagian *machining* dan *termal and spray blasting area*.

4.1.4 Denah Fasilitas Unit *Industrial Gas Turbine Engine*

Gambar 4.14 berikut merupakan tampilan tata letak *shop floor* yang saat ini digunakan pada unit *industrial gas turbine engine* (IGTE) PT. GMF AeroAsia :



Gambar 4. 14 Tata Letak Fasilitas Unit IGTE

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan data dan tinjauan pustaka yang telah dikumpulkan dilakukan pengolahan data lebih lanjut. Pengolahan data yang dilakukan adalah perhitungan untuk kebutuhan luas area dari unit IGTE, perhitungan frekuensi perpindahan komponen *maintenance*, pengolahan data teknik konvensional, pengolahan data untuk algoritma ALDEP, perhitungan jarak masing-masing *layout*, serta melakukan evaluasi kriteria *layout* pada masing-masing *layout* berupa perkalian jarak dengan frekuensi.

4.2.1 Perhitungan Kebutuhan Luas Area

Luas area yang digunakan dalam *shop floor* unit IGTE akan didasarkan pada fasilitas-fasilitas perawatan yang tersedia seperti mesin, meja, peralatan, dan lain-lain. Selain itu kebutuhan luas area juga harus mempertimbangkan besarnya material atau komponen yang akan dilakukan perawatan.

Dalam penentuan luas area diperhitungkan juga kebutuhan *allowance* dan juga *aisle*. *Allowance* merupakan luasan yang diperlukan untuk operasi kerja operator agar bisa bergerak leluasa disekeliling mesin yang dioperasikan (Wignjosoebroto, 2003). Besar *allowance* yang digunakan adalah 20% dari kebutuhan luas disebabkan benda kerja yang memiliki ukuran antara 2-4 meter (Aribowo, 2008). Sedangkan *aisle* adalah area tambahan yang diberikan untuk pemindahan bahan, perawatan mesin, dan gerakan perpindahan yang cukup leluasa bagi operator. Besar *aisle* yang digunakan adalah 100% (Wignjosoebroto, 2003). Berikut merupakan perhitungan kebutuhan luas area untuk masing-masing lokasi pada unit IGTE :

Tabel 4. 2 Kebutuhan Luas Area *Dressing & Blending*

DRESSING & BLENDING AREA										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Meja <i>general repair</i>	2	2,44	1,05	2,56	7	0,51	3,84	16,40	75,30
2	Area <i>part in process</i>	1	3,98	3,00	11,94	0	2,39	17,91	29,85	
3	Meja <i>blending</i>	5	2,50	0,75	1,88	1	0,38	2,81	23,81	
4	Lemari <i>tools</i>	1	0,97	1,00	0,97	1	0,19	1,46	2,62	
5	Lemari APD	1	0,97	1,00	0,97	1	0,19	1,46	2,62	

Pada Tabel 4.2 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *dressing & blending* adalah sebesar 75,30 m². Luas area paling besar dibutuhkan oleh area *part in process* yaitu sebesar 29,85 m². Sedangkan untuk kebutuhan area paling kecil dimiliki oleh lemari *tools* dan lemari APD yaitu sebesar 2,62 m².

Tabel 4. 3 Kebutuhan Luas Area *Welding*

WELDING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Meja <i>welding</i>	5	1,52	0,74	1,12	5	0,22	1,69	15,18	22,65
2	Rak <i>tools</i>	3	0,97	1,00	0,97	1	0,19	1,46	7,47	

Pada Tabel 4.3 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *welding* adalah sebesar 22,65 m². Terdapat dua jenis fasilitas yang terdapat pada area ini yaitu meja *welding* dan rak *tools*. Masing-masing fasilitas tersebut membutuhkan luas sebesar 15,18 m² dan 7,47 m².

Tabel 4. 4 Kebutuhan Luas Area *General Repair*

GENERAL REPAIR										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Meja inspeksi	1	3,00	1,02	3,06	2	0,61	4,59	8,87	45,99
2	Meja <i>welding</i>	2	1,80	0,50	0,90	2	0,18	1,35	4,86	
3	Rak barang	4	3,10	1,02	3,16	1	0,63	4,74	32,25	

Pada Tabel 4.4 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *general repair* adalah sebesar 45,99 m². Fasilitas dengan kebutuhan luas area paling besar adalah rak barang dengan jumlah empat buah memiliki total luas sebesar 32,25 m². Sedangkan area dengan kebutuhan luas terkecil adalah meja *welding* sebesar 4,86 m².

Tabel 4. 5 Kebutuhan Luas Area *Tools & Fixture Storage*

TOOLS & FIXTURE STORAGE										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Rak <i>tools</i>	5	0,97	1,00	0,97	1	0,19	1,46	12,32	21,08
2	<i>Tools</i> GE	3	1,10	0,70	0,77	1	0,15	1,16	5,93	
3	Rak <i>acetylene gas bottle storage</i>	1	2,10	0,50	1,05	1	0,21	1,58	2,84	

Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *tools & fixture storage* adalah sebesar 21,08 m². Fasilitas dengan kebutuhan luas area paling besar adalah rak *tools* dengan jumlah lima buah memiliki total luas sebesar 12,32 m². Sedangkan area dengan kebutuhan luas terkecil adalah rak untuk *acetylene gas bottle* sebesar 2,84 m².

Tabel 4. 6 Kebutuhan Luas Area *Machining*

MACHINING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Mesin <i>grinding</i>	1	2,70	1,90	5,13	1	1,03	7,70	13,85	56,77
2	Mesin <i>lathe 1</i>	1	1,80	0,80	1,44	1	0,29	2,16	3,89	
3	Mesin <i>lathe 2</i>	1	3,20	1,20	3,84	1	0,77	5,76	10,37	
4	Mesin <i>Milling</i>	1	2,40	1,40	3,36	1	0,67	5,04	9,07	
5	Rak <i>tools</i>	8	0,97	1,00	0,97	1	0,19	1,46	19,59	

Pada Tabel 4.6 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *machining* adalah sebesar 56,77 m². Fasilitas dengan kebutuhan luas area paling besar adalah rak *tools* dengan jumlah delapan buah memiliki total luas sebesar 19,59 m². Sedangkan area dengan kebutuhan luas terkecil adalah mesin *lathe 1* sebesar 3,89 m².

Tabel 4. 7 Kebutuhan Luas Area *Packaging & Shipping*

PACKAGING & SHIPPING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Rak barang	5	3,10	1,02	3,16	1	0,63	4,74	40,16	40,16
2	Rak <i>Ar&O₂ gas bottle storage</i>	1	4,60	3,15	14,49	1	2,90	21,74	39,12	

Pada Tabel 4.7 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *packaging & shipping* adalah sebesar 40,16 m². Terdapat dua jenis fasilitas yang terdapat pada area ini yaitu rak barang dan rak *Ar&O₂ gas bottle*. Masing-masing fasilitas tersebut membutuhkan luas sebesar 40,16 m² dan 39,12 m².

Tabel 4. 8 Kebutuhan Luas Area *NDT*

NDT AREA										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Meja inspeksi	1	3,00	1,00	3,00	2	0,60	4,50	8,70	106,53
2	Meja <i>cast iron</i>	1	1,00	1,00	1,00	1	0,20	1,50	2,70	
3	Rak <i>tools</i>	2	0,97	1,00	0,97	1	0,19	1,46	5,04	
4	FPI room	1	4,19	3,30	13,83	0	2,77	20,74	34,57	
5	CMM room	1	4,19	5,30	22,21	0	4,44	33,31	55,52	

Pada Tabel 4.8 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *NDT* adalah sebesar 106,53 m². Fasilitas dengan kebutuhan luas area paling besar adalah *CMM room* dengan total luas sebesar 55,52 m². Sedangkan area dengan kebutuhan luas terkecil adalah meja *cast iron* sebesar 2,70 m².

Tabel 4. 9 Kebutuhan Luas Area *Coating Incoming & Outgoing*

COATING INCOMING & OUTGOING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Dry oven	1	1,00	1,00	1,00	1	0,20	1,50	2,70	191,76
2	Rak tools	1	2,80	1,00	2,80	1	0,56	4,20	7,56	
3	Rak tools	1	6,40	1,00	6,40	1	1,28	9,60	17,28	
4	Meja masking	1	3,01	1,03	3,10	2	0,62	4,65	8,99	
5	Area incoming & outcoming	1	8,60	7,22	62,09	0	12,42	93,14	155,23	

Pada Tabel 4.9 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *coating incoming & outgoing* adalah sebesar 191,76 m². Fasilitas dengan kebutuhan luas area paling besar adalah area *incoming & outgoing* dengan total luas sebesar 155,23 m². Sedangkan area dengan kebutuhan luas terkecil adalah *dry oven* sebesar 2,70 m².

Tabel 4. 10 Kebutuhan Luas Area *Inspection & Assy Disassy*

INSPECTION & ASSY DISASSY										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Meja inspeksi	2	3,00	1,02	3,06	4	0,61	4,59	17,75	38,17
2	Meja inspeksi & assy / disassy	1	2,75	2,75	7,56	1	1,51	11,34	20,42	38,17

Pada Tabel 4.10 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *inspection & assy disassy* adalah sebesar 38,11 m². Terdapat dua jenis fasilitas yang terdapat pada area ini yaitu meja inspeksi dan meja inspeksi & assy/disassy. Masing-masing fasilitas tersebut membutuhkan luas sebesar 17,75 m² dan 20,42 m².

Tabel 4. 11 Kebutuhan Luas Area *Blasting Incoming & Outgoing*

BLASTING INCOMING & OUTGOING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Area <i>blasting incoming</i>	1	4,52	3,20	14,46	0	2,89	21,70	36,16	74,94
2	Area <i>blasting outgoing</i>	1	4,52	3,20	14,46	0	2,89	21,70	36,16	
3	Rak APD	1	0,97	1,00	0,97	1	0,19	1,46	2,62	

Pada Tabel 4.11 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *blasting incoming & outgoing* adalah sebesar 74,94 m². Fasilitas dengan kebutuhan luas area paling besar adalah area *blasting incoming & blasting outgoing* dengan total luas sebesar 36,16 m². Sedangkan area dengan kebutuhan luas terkecil adalah rak APD sebesar 2,62 m².

Tabel 4. 12 Kebutuhan Luas Area *Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy*

OUTSOURCING, RECEIVING & ASSY/DISASSY										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Area <i>outsourcing, receiving, & assy/dissassy</i>	1	7,35	8,60	63,21	0	12,64	94,82	158,03	158,03

Pada Tabel 4.12 terlihat bahwa hanya terdapat satu area yang terdapat pada bagian *outsourcing, receiving & assy/disassy*. Tidak terdapat fasilitas apapun di dalamnya. Luas area yang dibutuhkan oleh area *outsourcing, receiving & assy/disassy* adalah sebesar 158,03 m².

Tabel 4. 13 Kebutuhan Luas Area *Repair Incoming & Outgoing*

REPAIR INCOMING & OUTGOING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Area <i>repair incoming</i>	1	6,57	2,75	18,07	0	3,61	27,10	45,17	90,34
2	Area <i>repair outgoing</i>	1	6,57	2,75	18,07	0	3,61	27,10	45,17	

Pada Tabel 4.13 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *repair incoming & outgoing* adalah sebesar 90,34 m². Terdapat dua jenis fasilitas yang terdapat pada area ini yaitu *area repair incoming* dan *area repair outgoing*. Masing-masing fasilitas tersebut membutuhkan luas sebesar 45,17 m².

Tabel 4. 14 Kebutuhan Luas Area *Inspection Incoming & Outgoing*

INSPECTION INCOMING & OUTGOING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Area inspeksi	1	2,75	6,57	18,07	0	3,61	27,10	45,17	45,17

Pada Tabel 4.14 terlihat bahwa hanya terdapat satu area yang terdapat pada bagian *inspection incoming & outgoing*. Tidak terdapat fasilitas apapun di dalamnya. Luas area yang dibutuhkan oleh area inspeksi adalah sebesar 45,17 m².

Tabel 4. 15 Kebutuhan Luas Area *Red Dye Penetrant Inspection*

RED DYE PENETRAN INSPECTION										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Area inspeksi	1	2,75	3,77	10,37	0	2,07	15,55	25,92	25,92

Pada Tabel 4.15 terlihat bahwa hanya terdapat satu area yang terdapat pada bagian *red dye penetrant inspection*. Tidak terdapat fasilitas apapun di dalamnya. Luas area yang dibutuhkan oleh area inspeksi adalah sebesar 25,92 m².

Tabel 4. 16 Kebutuhan Luas Area *Thermal & Spray Blasting*

TERMAL & SPRAY BLASTING										
No	Fasilitas	Jumlah (unit)	Dimensi (m)		Luas (m ²)	Operator (orang)	Allowance (m ²)	Aisle (m ²)	Total Luas (m ²)	Kebutuhan Luas (m ²)
			P	L						
1	Oven	1	4,50	2,20	9,90	1	1,98	14,85	26,73	485,23
2	Panel oven	1	0,80	1,00	0,80	1	0,16	1,20	2,16	
3	<i>Acoustic room (Plasma 9MC)</i>	1	6,58	5,91	38,89	1	7,78	58,33	105,00	
4	<i>Acoustic room (Plasma 7MC)</i>	1	6,50	4,50	29,25	1	5,85	43,88	78,98	
5	<i>Chiller & power supply for plasma spray room</i>	1	5,91	2,74	16,19	1	3,24	24,29	43,72	
6	<i>HVOF & plasma spray Gas room</i>	1	5,91	2,74	16,19	1	3,24	24,29	43,72	
7	<i>Blasting container</i>	1	5,61	2,09	11,72	1	2,34	17,59	31,66	
8	<i>Blasting cabinet 1</i>	1	1,70	1,20	2,04	1	0,41	3,06	5,51	
9	<i>Blasting cabinet 2</i>	2	1,70	1,20	2,04	1	0,41	3,06	10,61	
10	<i>Dust collector</i>	1	1,70	1,20	2,04	1	0,41	3,06	5,51	
11	<i>Wet dust collector</i>	2	5,00	2,00	10,00	1	2,00	15,00	52,00	
12	<i>Dry dust collector</i>	1	5,00	2,00	10,00	1	2,00	15,00	27,00	
13	<i>Compressor</i>	1	5,00	3,90	19,50	1	3,90	29,25	52,65	
14	<i>Blasting Room</i>	1	7,00	5,61	39,27	1	7,85	58,91	106,03	

Pada Tabel 4.16 terlihat bahwa luas area yang dibutuhkan oleh area *termal & spray blasting* adalah sebesar 485,23 m². Fasilitas dengan kebutuhan luas area paling besar adalah area *blasting room* dengan total luas sebesar 106,03 m². Sedangkan area dengan kebutuhan luas terkecil adalah rak panel oven sebesar 2,16 m².

4.2.2 Perhitungan Jarak *Layout* Eksisting

Dalam melakukan perhitungan jarak antar lokasi dalam unit IGTE digunakan metode *rectilinear*. Metode ini digunakan karena kemudahan dalam komputasi, praktis, dan cocok dalam berbagai kasus permasalahan. Satuan ukur jarak yang digunakan adalah meter (m). Perhitungan dilakukan rumus 2.3. Perhitungan jarak antar lokasi kondisi eksisting dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut :

Tabel 4. 17 Perhitungan Jarak Tata Letak Eksisting

Nomor Dept.	Nama Departemen / Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Dressing/Blending Area		8,8	10,6	19,3	23,8	33,3	17,4	26,0	23,5	28,9	33,9	12,8	18,3	18,3	41,3
2	Welding			16,4	28,1	19,8	31,0	8,6	17,2	14,8	27,5	25,2	6,6	10,8	14,9	32,6
3	Area General Repair				11,7	16,5	32,4	25,0	33,6	16,2	28,9	26,6	9,7	9,6	10,9	49,0
4	Tools & Fixture Storage					9,4	25,4	36,7	45,3	26,2	31,5	33,4	21,4	17,3	13,1	60,7
5	Area Machining						16,0	28,4	37,0	18,0	23,3	25,1	13,1	9,0	5,5	52,4
6	Packaging & Shipping							22,4	21,0	16,3	7,3	9,2	27,0	22,9	21,5	36,4
7	NDT Area								8,6	10,4	18,9	16,6	15,3	19,4	23,5	24,0
8	Coating Incoming & Outgoing									19,0	13,7	11,9	23,9	28,0	32,1	15,4
9	Inspection & Assy/Disassy										12,7	10,4	10,7	9,0	13,1	34,4
10	Blasting Incoming & Outgoing											2,3	23,4	19,3	18,4	29,1
11	Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy												21,1	17,0	20,3	27,3
12	Repair Incoming & Outgoing													4,1	8,3	39,3
13	Inspection Incoming & Outgoing														4,2	43,4
14	Red Dye Penetrant Inspection															47,5
15	Termal & Spray Blasting															

Pada Tabel 4.17 tersebut terlihat bahwa terdapat jarak perpindahan yang sangat jauh namun juga terdapat jarak yang sangat dekat. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak terbesar adalah sebesar 49 meter. Perpindahan tersebut berasal dari lokasi *general repair* menuju kepada area *termal & spray blasting*. Sedangkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak terkecil adalah sebesar 2,3 meter. Perpindahan tersebut berasal dari area *blasting incoming & outgoing* menuju kepada area *outsourcing, receiving & assy/disassy*.

4.2.3 Frekuensi Perpindahan Komponen *Maintenance*

Dalam aktifitas perawatan terjadi beberapa perpindahan komponen produk dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Frekuensi perpindahan yang terjadi ini mempengaruhi perhitungan untuk *material handling*. Perhitungan frekuensi perpindahan komponen produk dilakukan pada setiap proses yang dilalui untuk masing-masing komponen. Hasil perhitungan frekuensi perpindahan material terdapat dalam Tabel 4.18 berikut :

Tabel 4. 18 Perhitungan Frekuensi Perpindahan Material

Nomor Dept.	Nama Departemen / Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	<i>Dressing/Blending Area</i>							5			1			1		
2	<i>Welding</i>	4				1										
3	<i>Area General Repair</i>												2			
4	<i>Tools & Fixture Storage</i>															
5	<i>Area Machining</i>	1	2													
6	<i>Packaging & Shipping</i>															
7	<i>NDT Area</i>								1	1	1		3	9		
8	<i>Coating Incoming & Outgoing</i>									1	1			1		2
9	<i>Inspection & Assy/Disassy</i>		1			1					3			2		1
10	<i>Blasting Incoming & Outgoing</i>						2	2	1					2		11
11	<i>Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy</i>									1						1
12	<i>Repair Incoming & Outgoing</i>		1	1					1							
13	<i>Inspection Incoming & Outgoing</i>		1				3	3	2	4			2		4	
14	<i>Red Dye Penetrant Inspection</i>													2		
15	<i>Termal & Spray Blasting</i>						1	1			10			1		

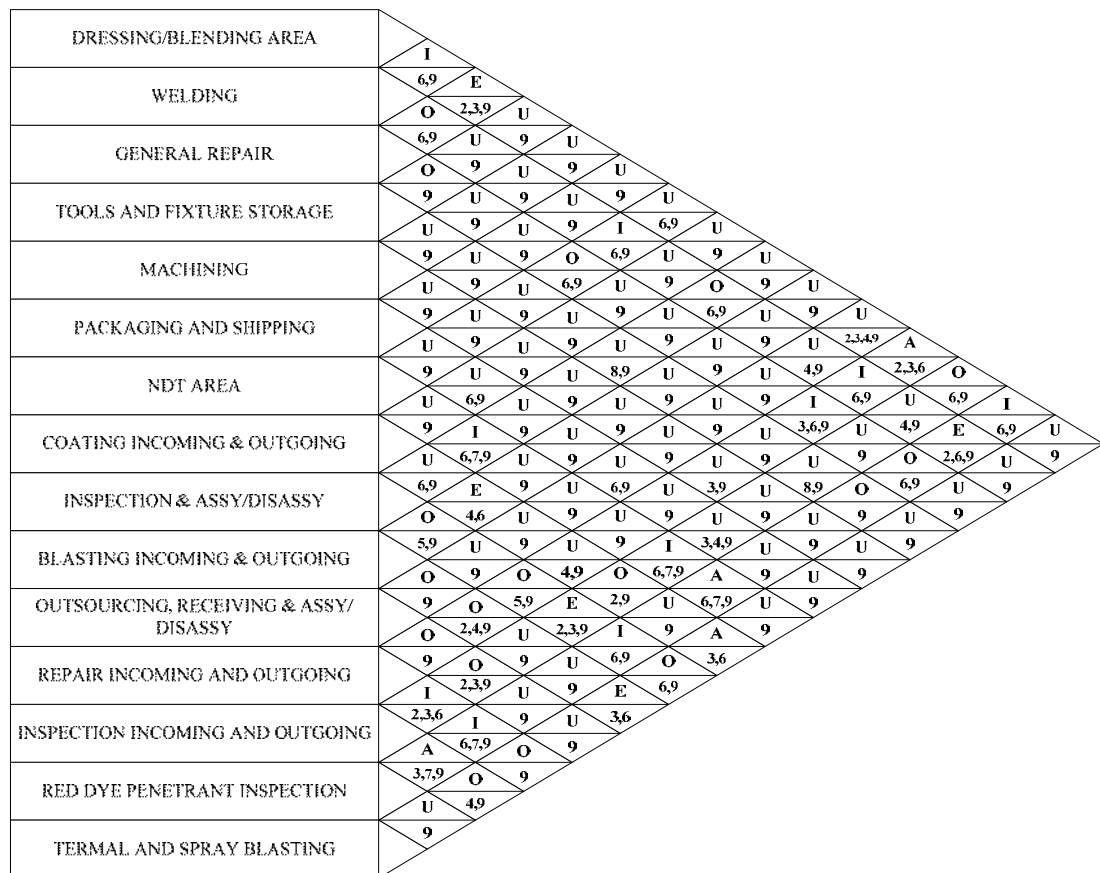
Angka yang terdapat pada Tabel 4.18 merupakan hasil perhitungan dari perpindahan yang terjadi pada produk perawatan unit IGTE. Dari kelima jenis produk, masing-masing memiliki perpindahan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan proses yang dijalani. Jumlah yang terdapat pada masing-masing kolom merupakan hasil penjumlahan dari keseluruhan perpindahan yang dilakukan oleh kelima jenis produk perawatan.

4.2.4 Pengolahan Data Teknik Konvensional

Pada pengolahan data teknik konvensional terdapat dua bagian yaitu pembuatan *activity relationship chart* dan *activity realtionship diagram*. Hasil dari pengolahan data teknik konvensional akan digunakan juga sebagai masukan dalam pengolahan data algoritma ALDEP.

4.2.4.1 Activity Relationship Chart

Pemetaan hubungan aktivitas atau lokasi pada sebuah tata letak dapat dilakukan dengan menggunakan *activity relationship chart* (ARC). Hubungan kedekatan antara satu lokasi dengan yang lain ditentukan berdasarkan penilaian subjektivitas. Penilaian subjektivitas dilakukan oleh tiga pegawai pada unit IGTE. Ketiga pegawai tersebut adalah *IGT engineer*, *expert IGT repair*, dan *SM. Quality assurance*. Pada Gambar 4.15 berikut merupakan hasil penilaian ARC unit IGTE :



Pada kolom segitiga bagian atas ARC menunjukkan penilaian subjektifitas hubungan kedekatan antar lokasi yang disimbolkan dengan huruf. Untuk kolom segitiga bagian atas merupakan alasan penilaian subjektifitas yang disimbolkan menggunakan kode angka. Hasil penilaian ARC ini akan menjadi masukan bagi pengolahan *software* tata letak algoritma ALDEP.

Activity relationship diagram (ARD) merupakan bentuk visual dari hubungan kedekatan antar lokasi pada sebuah tata letak. Sebelum membuat ARD, terlebih dahulu akan dilakukan rekap data yang diperoleh dari ARC dalam suatu lembar kerja (*work sheet*). Berikut merupakan rekap data dari ARC pada bagian sebelumnya.

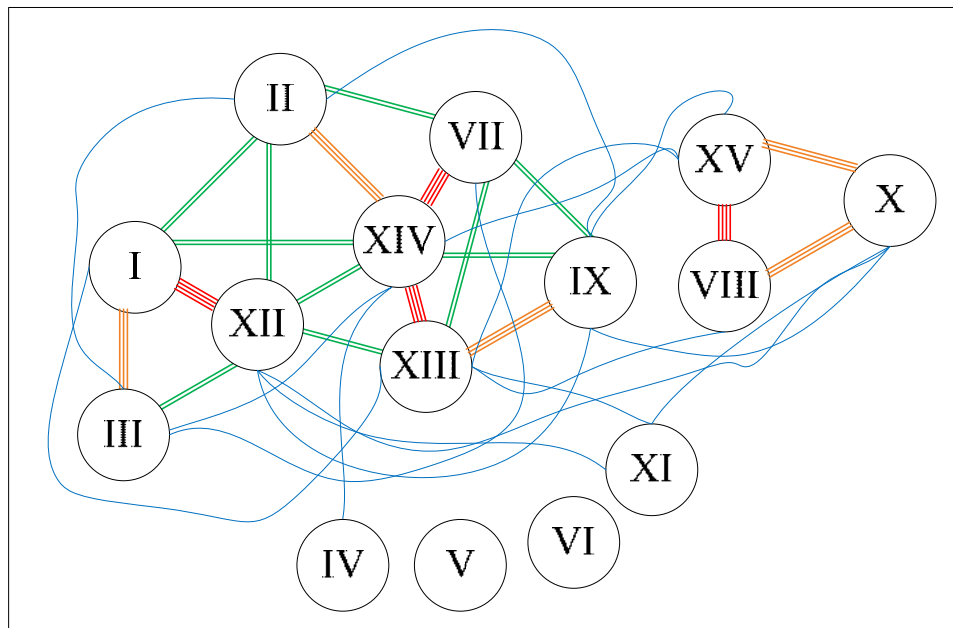
Tabel 4. 19 Rekap Data ARC

No. Dept.	Nama Departemen / Area	Derajat Keterdekatan					
		A	E	I	O	U	X
1	Dressing/Blending Area	12	3	2,14	13	4,5,6,7,8,9,10,11,15	
2	Welding		14	1,7,12	3,9	4,5,6,8,10,11,13,15	
3	Area General Repair		1	12	2,4,7,14	5,6,8,9,10,11,13,15	
4	Tools & Fixture Storage				3,14	1,2,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15	
5	Area Machining					1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	
6	Packaging & Shipping					1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14,15	
7	NDT Area	14		2,9,13	3	1,4,5,6,8,10,11,12,13,15	
8	Coating Incoming & Outgoing	15	10		13	1,2,3,4,5,6,7,9,11,12,14	

Tabel 4.19 Rekap Data ARC (lanjutan)

No. Dept.	Nama Departemen / Area	Derajat Keterdekatan					
		A	E	I	O	U	X
9	Inspection & Assy/Disassy		13	7,14	2,10, 12,1 5	1,3,4,5,6,8,11	
10	Blasting Incoming & Outgoing		8,15		9,11, 12	1,2,3,4,5,6,7,13,14	
11	Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy				10,1 2,13	1,2,3,4,5,6,7,8,9,14, 15	
12	Repair Incoming & Outgoing	1		2,3,13, 14	9,10, 11	4,5,6,7,8,15	
13	Inspection Incoming & Outgoing	14	9	7,12	1,8,1 1,15	2,3,4,5,6,10	
14	Red Dye Penetrant Inspection	7, 13	2	1,9,12	3,4,1 5	5,6,8,10,11	
15	Termal & Spray Blasting	8	10		9,12, 13,1 4	1,2,3,4,5,6,7,11	

Dari Tabel 4.19 yang telah dibuat masing-masing hubungan antar lokasi telah dikelompokkan sesuai dengan derajat kedekatannya. Sehingga dapat mempermudah penggambaran diagram. Langkah selanjutnya adalah membuat diagram hubungan kedekatan antar lokasi. Diagram akan digambarkan sesuai dengan derajat penilaian yang diberikan. Untuk kode garis menyesuaikan dengan standar penggambaran derajat hubungan aktivitas yang terdapat pada Tabel 2.5. Gambar 4.16 berikut merupakan hasil ARD untuk unit IGTE :



Gambar 4. 16 Activity Relationship Diagram Unit IGTE

Keterangan :

I	= Dressing blending area	X	= Blasting incoming & outgoing
II	= Welding	XI	= Outsourcing, receiving & assy/disassy
III	= General repair	XII	= Repair incoming & outgoing
IV	= Tools & fixture storage	XIII	= Inspection incoming & outgoing
V	= Area machining	XIV	= Red dye penetrant inspection
VI	= Packaging & shipping	XV	= Termal & spray blasting
VII	= NDT area		
VIII	= Coating incoming & outgoing		
IX	= Inspection & assy/disassy		

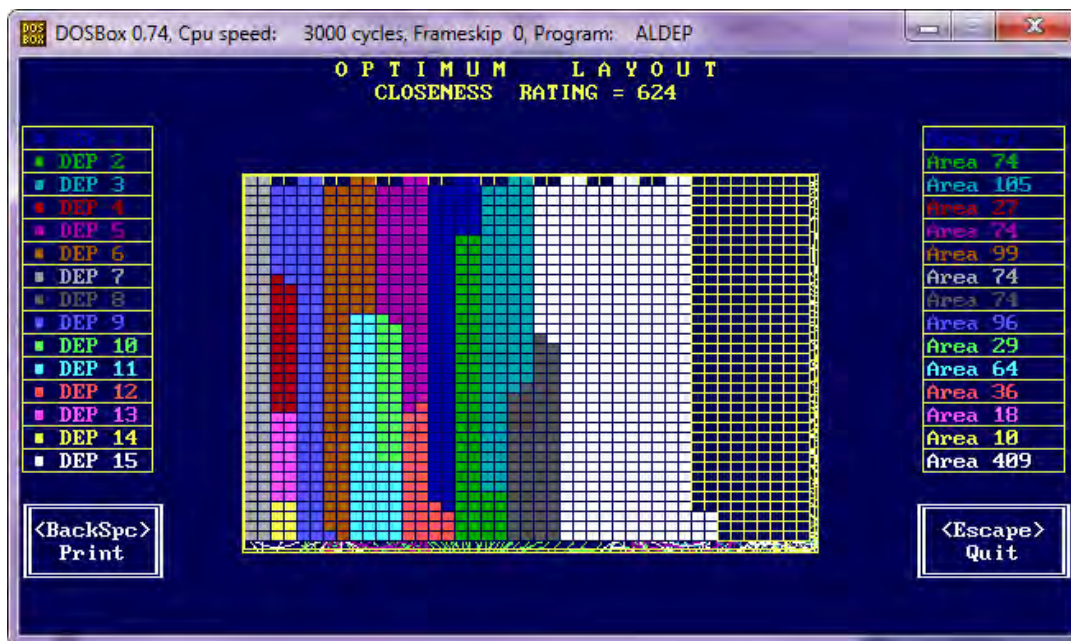
4.2.5 Pengolahan Data Algoritma Automated Layout Design Program (ALDEP)

Perancangan tata letak menggunakan algoritma ALDEP dilakukan dengan bantuan *software* ALDEP. *Software* ini digunakan karena mudah dalam penggunaannya serta memenuhi untuk kebutuhan jumlah departemen yaitu sebanyak 15 departemen. Input yang dibutuhkan untuk *software* tersebut adalah ketersediaan luas area, kebutuhan luas area per lokasi, data penilaian derajat

kedekatan hubungan antar departemen atau ARC. Langkah – langkah dalam penggunaan *software* ALDEP adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan data ukuran dimensi panjang dan lebar area secara keseluruhan yang tersedia
2. Memasukkan jumlah departemen yang akan digunakan dalam *layout*
3. Memasukkan kebutuhan jumlah *layout* yang diinginkan dari setiap iterasi
4. Memasukkan ukuran satuan yang akan digunakan
5. Memasukkan data tentang dimensi luas masing-masing departemen
6. Memasukkan data *relation chart* yang didapatkan dari penilaian ARC
7. Melakukan *running software* hingga didapatkan alternatif *layout* dengan *total closeness rating* tertinggi (tampilan dari masing-masing langkah dapat dilihat pada lampiran 1)

Berdasarkan langkah-langkah yang harus dilakukan tersebut , terdapat beberapa masukan yang dibutuhkan untuk pengolahan data. Data-data yang dibutuhkan seperti ukuran dimensi area keseluruhan, luas area setiap departemen, serta derajat hubungan kedekatan masing-masing lokasi telah dilakukan pada pengolahan data awal. Setelah melakukan sesuai dengan langkah-langkah di atas akan didapatkan alternatif *layout software* ALDEP. Tata letak yang dihasilkan terdiri dari beberapa alternatif. Tata letak yang terpilih dari ALDEP didasarkan pada nilai *total closeness rating* tertinggi. Gambar 4.17 berikut merupakan hasil *running* dari *software* ALDEP :

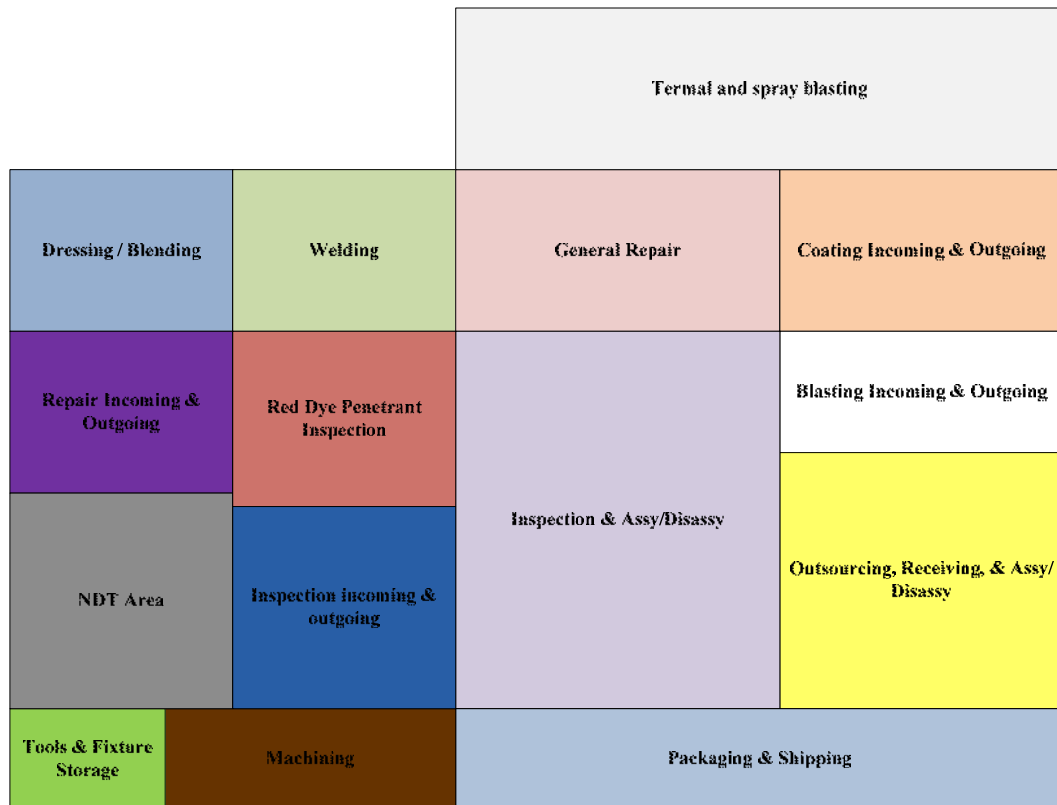


Gambar 4. 17 Hasil Running Software ALDEP

Keterangan :

Departemen 1	= Dressing blending area
Departemen 2	= Welding
Departemen 3	= General repair
Departemen 4	= Tools & fixture storage
Departemen 5	= Area machining
Departemen 6	= Packaging & shipping
Departemen 7	= NDT area
Departemen 8	= Coating incoming & outgoing
Departemen 9	= Inspection & assy/disassy
Departemen 10	= Blasting incoming & outgoing
Departemen 11	= Outsourcing, receiving & assy/disassy
Departemen 12	= Repair incoming & outgoing
Departemen 13	= Inspection incoming & outgoing
Departemen 14	= Red dye penetrant inspection
Departemen 15	= Termal & spray blasting

Hasil susunan departemen dari algoritma ALDEP masih bersifat gambaran kasar sehingga perlu dilakukan penyesuaian. Penyesuaian dilakukan untuk mendapatkan gambaran *layout* yang sebenarnya. Gambar 4.18 berikut adalah gambaran rancangan *layout* dari algoritma ALDEP setelah dilakukan penyesuaian hasil rancangan :



Gambar 4. 18 Rancangan Denah *Layout* Hasil *Software* ALDEP

Rancangan tata letak masing – masing lokasi ini kemudian digunakan sebagai dasar perhitungan jarak tempuh perpindahan material hasil *software* ALDEP. Hasil perhitungan tersebut akan akan dikalikan dengan frekuensi untuk perhitungan evaluasi rancangan.

4.2.6 Perhitungan Jarak *Layout* Hasil ALDEP

Perhitungan jarak antar lokasi pada tata letak hasil algoritma ALDEP menggunakan metode *rectilinear* seperti yang digunakan dalam menghitung jarak pada tata letak eksisting. Perhitungan jarak antar lokasi pada tata letak hasil algoritma ALDEP terdapat pada Tabel 4.20 berikut :

Tabel 4. 20 Perhitungan Jarak Tata Letak Hasil Algoritma ALDEP

Nomor Dept.	Nama Departemen / Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Dressing/Blending Area		8,8	17,4	19,3	23,8	39,8	10,9	26,0	23,5	36,2	33,9	5,9	18,3	12,8	41,3
2	Welding			8,6	28,1	19,8	31,0	19,7	17,2	14,8	27,5	25,2	14,6	12,2	9,4	32,6
3	Area General Repair				36,7	28,4	22,4	28,3	8,6	10,4	18,9	16,6	23,2	20,8	18,0	24,0
4	Tools & Fixture Storage					9,4	25,4	8,4	45,3	26,2	31,5	33,4	13,5	15,9	18,6	60,7
5	Area Machining						16,0	13,2	37,0	18,0	23,3	25,1	20,3	7,6	11,0	52,4
6	Packaging & Shipping							29,1	21,0	16,3	7,3	9,2	36,2	21,5	27,0	36,4
7	NDT Area								36,9	17,9	25,6	25,0	7,1	7,6	10,3	52,3
8	Coating Incoming & Outgoing									19,0	13,7	11,9	31,8	29,4	26,6	15,4
9	Inspection & Assy/Disassy										12,7	10,4	20,0	10,3	10,8	34,4
10	Blasting Incoming & Outgoing											2,3	32,7	17,9	23,5	29,1
11	Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy												30,4	17,5	21,2	27,3
12	Repair Incoming & Outgoing													14,8	9,2	47,2
13	Inspection Incoming & Outgoing														5,5	44,8
14	Red Dye Penetrant Inspection															42,0
15	Termal & Spray Blasting															

Pada Tabel 4.20 tersebut terlihat terdapat jarak perpindahan yang sangat jauh namun juga terdapat jarak yang sangat dekat. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak terbesar adalah sebesar 52,4 meter. Perpindahan tersebut berasal dari lokasi *machining* menuju kepada area *termal & spray blasting*. Sedangkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa jarak terkecil adalah sebesar 2,3 meter. Perpindahan tersebut berasal dari area *blasting incoming & outgoing* menuju kepada area *outsourcing, receiving & assy/disassy*.

4.2.7 Perhitungan Evaluasi Kriteria *Layout* Eksisting dan Hasil ALDEP

Evaluasi kriteria dilakukan dengan menggunakan rumus yang 2.5 yang terdapat pada sub bab Evaluasi kriteria *layout*. Dalam perhitungan tersebut dibutuhkan data terkait jarak perpindahan, frekuensi perpindahan, serta biaya perpindahan. Untuk biaya perpindahan material diasumsikan konstan dan tetap. Sedangkan untuk jarak dan frekuensi telah didapatkan dari hasil pengolahan pada sub bab 4.2.2 dan 4.2.6.

Data frekuensi yang digunakan dalam perkalian sama untuk setiap *layout*. Perhitungan keseluruhan untuk masing-masing alternatif tata letak dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut :

Tabel 4. 21 Perhitungan Peformansi Tata Letak Eksisting

Nomor Dept.	Nama Departemen / Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Dressing/Blending Area	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	86,8	0,0	0,0	28,9	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0
2	Welding	35,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Area General Repair	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,5	0,0	0,0	0,0
4	Tools & Fixture Storage	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Area Machining	23,8	39,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Packaging & Shipping	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	NDT Area	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	10,4	18,9	0,0	45,8	174,5	0,0	0,0
8	Coating Incoming & Outgoing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	13,7	0,0	0,0	28,0	0,0	30,8
9	Inspection & Assy/Disassy	0,0	14,8	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,1	0,0	0,0	17,9	0,0	34,4
10	Blasting Incoming & Outgoing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	37,7	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6	0,0	320,3
11	Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3
12	Repair Incoming & Outgoing	0,0	6,6	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Inspection Incoming & Outgoing	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	68,6	58,2	56,0	35,8	0,0	0,0	8,3	0,0	16,6	0,0
14	Red Dye Penetrant Inspection	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0
15	Termal & Spray Blasting	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	24,0	0,0	0,0	291,2	0,0	0,0	43,4	0,0	0,0
Total		1904,8														

Hasil perhitungan menunjukkan besar total jarak tempuh dari perpindahan masing-masing lokasi. Perhitungan performansi tersebut merupakan penjumlahan total keseluruhan aktivitas perpindahan yang terjadi pada proses perawatan lima komponen yang ada pada unit IGTE. Pada hasil perhitungan yang terdapat di Tabel 4.21 jarak yang digunakan adalah jarak pada tata letak eksisting. Total perhitungan performansi menghasilkan nilai sebesar 1904,8 meter.

Tabel 4. 22 Perhitungan Peformansi Tata Letak Perbaikan

Nomor Dept.	Nama Departemen / Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Dressing/Blending Area	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,7	0,0	0,0	36,2	0,0	0,0	18,3	0,0	0,0
2	Welding	35,0	0,0	0,0	0,0	19,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Area General Repair	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,4	0,0	0,0	0,0
4	Tools & Fixture Storage	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Area Machining	23,8	39,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Packaging & Shipping	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	NDT Area	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,9	17,9	25,6	0,0	21,3	68,7	0,0	0,0
8	Coating Incoming & Outgoing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,0	13,7	0,0	0,0	29,4	0,0	30,8
9	Inspection & Assy/Disassy	0,0	14,8	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,1	0,0	0,0	20,7	0,0	34,4
10	Blasting Incoming & Outgoing	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	51,1	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	35,9	0,0	320,3
11	Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3
12	Repair Incoming & Outgoing	0,0	14,6	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Inspection Incoming & Outgoing	0,0	12,2	0,0	0,0	0,0	64,5	22,9	58,7	41,3	0,0	0,0	29,5	0,0	22,1	0,0
14	Red Dye Penetrant Inspection	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0
15	Termal & Spray Blasting	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,4	52,3	0,0	0,0	291,2	0,0	0,0	44,8	0,0	0,0
Total		1893,0														

Pada tabel 4.22 terlihat hasil perhitungan performansi pada tata letak perbaikan menggunakan jarak yang terdapat pada tata letak perbaikan yaitu dari ALDEP. Sedangkan frekuensi yang digunakan tetap sama seperti yang digunakan dalam perhitungan performansi pada tata letak eksisting. Total perhitungan performansi menghasilkan nilai sebesar 1893 meter.

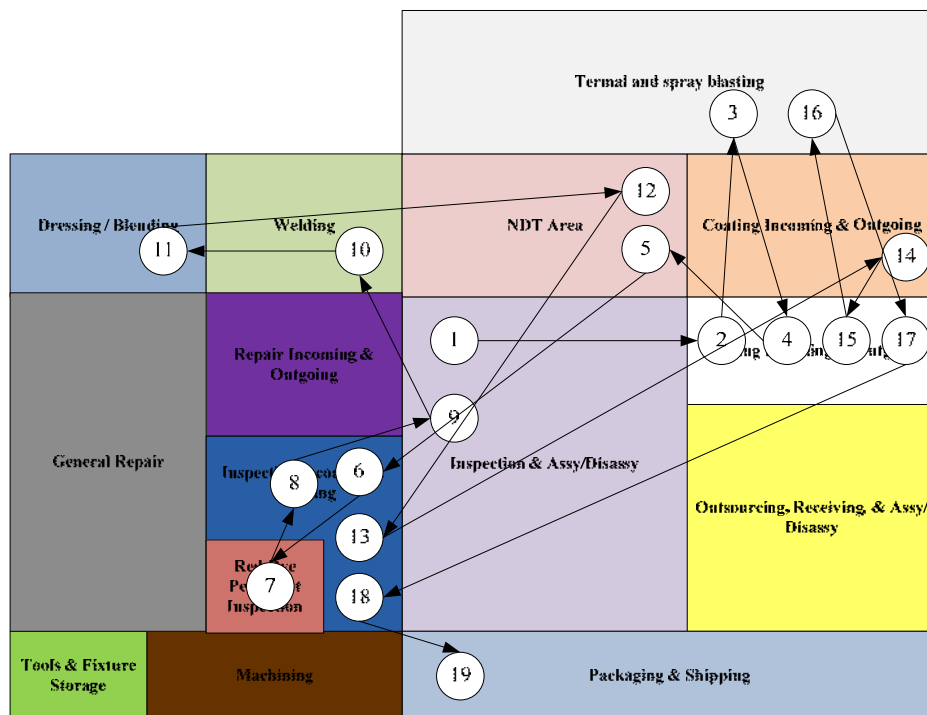
Tabel 4. 23 Hasil Perhitungan Evaluasi Kriteria *Layout*

Alternatif <i>Layout</i>	Hasil F x D
<i>Layout</i> Eksisting	1904,8
<i>Layout</i> Perbaikan	1893,0

Hasil perhitungan kriteria evaluasi *layout* pada Tabel 4.23 menunjukkan bahwa nilai evaluasi *layout* dari usulan ALDEP memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan *layout* eksisting. Sehingga didapatkan bahwa jarak tempuh perpindahan material pada *layout* usulan algoritma ALDEP lebih pendek dibanding *layout* eksisting.

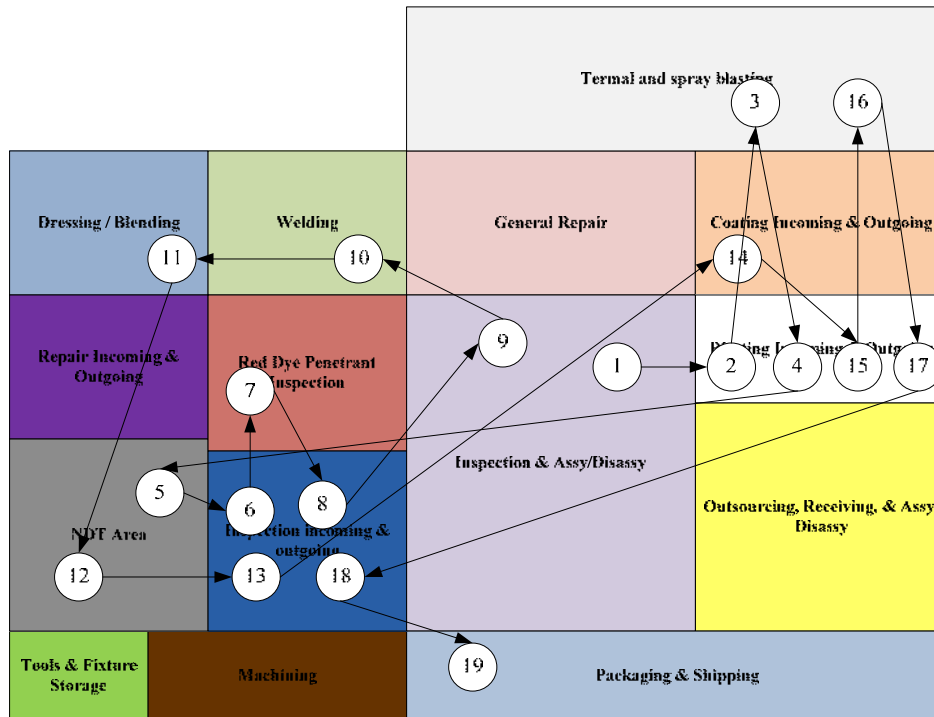
4.2.8 Evaluasi Aliran Proses Pada *Layout* Eksisting dan Hasil ALDEP

Selain melakukan perhitungan terhadap perbedaan jarak antara tata letak kondisi eksisting dengan hasil algoritma ALDEP, dilakukan pula perbandingan terhadap aliran proses yang terjadi di dalamnya. Untuk melihat perbedaan yang terjadi dalam aliran proses *maintenance* digunakan alur proses dari salah satu produk yaitu *transition pieces*. Berikut merupakan penggambaran alur proses *maintenance* pada tata letak eksisting :



Gambar 4. 19 Alur Proses *Maintenance Transition Piece Layout* Eksisting

Penggambaran alur proses disesuaikan dengan alur proses yang dilalui oleh masing-masing komponen. Gambar 4.19 merupakan alur proses untuk komponen *transition pieces* yang terjadi pada tata letak eksisting. Selanjutnya dilakukan penggambaran alur proses dari produk yang sama dalam kondisi *layout* hasil dari algoritma ALDEP. Berikut merupakan alur proses *maintenance* pada tata letak hasil ALDEP :



Gambar 4. 20 Alur Proses *Maintenance Transition Piece Layout* Perbaikan

Gambar 4.20 menunjukkan alur proses perpindahan perawatan untuk komponen *transition pieces* yang terjadi pada tata letak perbaikan. Untuk alur proses perpindahan yang terjadi untuk empat komponen lain dapat dilihat pada lampiran 2.

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan dan analisis terhadap hasil-hasil dari perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Interpretasi dan analisis tersebut meliputi kondisi tata letak eksisting dan tata letak hasil algoritma ALDEP, kebutuhan luas area, alur proses *maintenance*, serta hasil evaluasi tata letak dari perhitungan frekuensi dengan jarak.

5.1 Analisis Kondisi Tata Letak Eksisting

Penempatan masing-masing lokasi atau area unit IGTE PT. GMF AeroAsia pada awalnya tidak dilakukan dengan metode apapun. Peletakkannya hanya berdasarkan subjektivitas dari manajemen saja. Dari penggambaran tata letak eksisting terdapat dua bagian area yaitu area untuk eksekusi perawatan dan peletakan komponen. Untuk area dan ruangan yang digunakan sebagai tempat melaksanakan proses perawatan diletakkan melingkar di setiap sisi unit IGTE. Sedangkan bagian peletakan komponen *in process* berada di bagian tengah unit IGTE.

Berdasarkan penilaian yang dilakukan oleh manajemen, terdapat beberapa bagian yang sudah diletakkan sesuai keinginan dan ada juga yang masih diletakkan cukup berjauhan. Untuk derajat kedekatan “A” dengan interpretasi mutlak harus didekatkan terdapat dua hubungan area yang telah sesuai yaitu *dressing/blending* dengan *repair incoming & outgoing* dan *coating incoming outgoing* dengan *termal & spray blasting*. Sedangkan untuk area *NDT area* dan *inspection incoming & outgoing* yang seharusnya diletakkan berdekatan dengan *red dye penetrant inspection* masih diletakkan cukup berjauhan. Peletakan area yang berjauhan ini dapat berdampak pada dua hal yaitu waktu operasi dan biaya *material handling* masing-masing proses. Dengan jarak tempuh yang lebih jauh maka waktu perpindahan akan lebih lama dan berpengaruh pula pada lama waktu perawatan. Sedangkan untuk *material handling*, jika menggunakan bahan bakar, akan berbanding lurus antara biaya bahan bakar dengan jarak tempuh. Semakin panjang jarak tempuh maka akan semakin tinggi pula biaya yang dikeluarkan.

Untuk derajat hubungan kedekatan “E” dengan interpretasi sangat penting untuk didekatkan terdapat lima hubungan kedekatan antar lokasi. Pada kondisi tata letak eksisting empat dari kelima hubungan tersebut masing-masing telah sesuai dengan keinginan untuk diletakkan berdekatan. Sehingga dengan peletakan departemen seperti ini maka akan memudahkan pemindahan material dan juga pergerakan proses produksi. Perpindahan material antar departemen yang berdekatan akan mempersingkat waktu tempuh dan meminimumkan biaya perpindahan. Dengan kemudahan perpindahan ini maka waktu tempuh akan semakin cepat. Namun terdapat satu hubungan kedekatan yang masih belum sesuai yaitu area *welding* dengan *red dye penetrant inspection*. Berdasarkan penilaian manajemen kedua area tersebut sangat penting untuk didekatkan. Namun peletakan kedua area tersebut masih dirasa cukup jauh pada kondisi eksisting. Jarak tempuh yang panjang ini akan menyebabkan proses perawatan akan memakan waktu lama dalam perpindahan. Selain itu pada beberapa proses perawatan komponen terdapat kurang lebih 3 interaksi antara bagian *welding* dengan inspeksi sehingga akan berpengaruh pada perhitungan total jarak tempuh dari keseluruhan komponen.

5.2 Analisis Tata Letak Hasil Algoritma ALDEP

Pada pengolahan data menggunakan *softwarrle* ALDEP didapatkan empat alternatif tata letak untuk unit IGTE. Untuk mendapatkan alternatif tata letak terpilih digunakan perbandingan hasil nilai *closeness rating* masing-masing alternatif. Alternatif tata letak dengan nilai *closeness rating* tertinggi akan menjadi alternatif tata letak terpilih. Nilai *closeness rating* untuk masing-masing alternatif adalah alternatif 1A sebesar 450, alternatif 2A sebesar 532, alternatif 3A sebesar 610, dan alternatif 3B sebesar 624. Perbedaan nilai *closeness rating* ini dipengaruhi oleh nilai derajat kedekatan yang terdapat pada ARC. Selain itu pemilihan departemen pertama pada posisi pojok kiri atas pada algoritma ALDEP juga ditentukan secara random, sehingga nilai perhitungan masing-masing alternatif juga akan mengalami perbedaan.

Dari alternatif tata letak terpilih penempatan masing-masing lokasi masih belum sesuai dengan keadaan area yang ada pada unit IGTE. Maka dilakukan

penempatan untuk penyesuaian, sehingga penempatan cocok dengan area yang ada. Terdapat beberapa perbedaan antara penempatan lokasi pada *layout* eksisting dengan *layout* yang dihasilkan oleh algoritma ALDEP. Perpindahan lokasi terjadi pada area *general repair*, *NDT Area*, *repair incoming & outgoing*, *red dye penetrant inspection*, dan *inspection incoming & outgoing*. Area *general repair* dan *NDT area* pada tata letak hasil algoritma ALDEP bertukar posisi satu sama lain. Untuk *repair incoming & outgoing* berdampingan dengan *NDT area* mengisi area yang sebelumnya mejadi area *general repair*. Sedangkan untuk *inspection incoming & outgoing* bergeser lebih dekat ke letak area *NDT* yang baru.

Berdasarkan penilaian derajat hubungan kedekatan ARC yang didapatkan dari penilaian subjektivitas pihak manajemen terdapat beberapa penempatan lokasi yang telah sesuai dengan yang diinginkan. Untuk derajat kedekatan “A” yaitu mutlak perlu didekatkan terdapat empat hubungan kedekatan. Area *dressing/blending* dengan *repair incoming & outgoing* yang semula berdekatan namun masih terdapat jarang lintasan gang karena bersebrangan, pada *layout* hasil ALDEP diletakkan berdampingan sehingga jarak tempuh berkurang. Jarak tempuh awal adalah 12,8 sedangkan hasil jarak tempuh ALDEP berkurang menjadi 5,9. Kemudian area *red dye penetrant* yang mutlak didekatkan dengan area *NDT* dan *inspection incoming & outgoing* diletakkan berdampingan. Jarak tempuh awal sebesar 23,5 berkurang menjadi 10,3. Sedangkan untuk area *coating incoming & outgoing* dengan *termal & spray blasting* tidak mengalami perubahan karena tidak mengalami perpindahan tempat.

5.3 Analisis Kebutuhan Luas Area

Untuk memperhitungkan kebutuhan luas area terlebih dahulu dilakukan pendataan terhadap fasilitas-fasilitas yang terdapat pada unit IGTE. Fasilitas yang terdapat pada area unit IGTE lebih didominasi oleh beberapa *furniture* dan peralatan yang digunakan untuk *maintenance*. Tidak terlihat dominasi mesin untuk area bagian penempatan komponen. Penempatan mesin terpusat pada area *machining* dan *termal & spray blasting*. Selain itu juga lebih banyak terdapat area-area kosong tanpa adanya fasilitas karena digunakan sebagai tempat

peletakan komponen-komponen *maintenance* dari mesin pembangkit listrik dengan status *on going process*.

Setelah didapatkan data dimensi luas masing-masing fasilitas dilakukan perhitungan kebutuhan luas dengan memperhitungkan beberapa aspek luas tambahan yaitu *allowance* dan juga *aisle*. Perhitungan *allowance* ditujukan kepada akses pergerakan operator atau karyawan di lantai *maintenance*. *Allowance* pada unit IGTE dirasa penting diperhatikan karena beberapa pekerjaan masih dilakukan secara manual dan membutuhkan operator. Tanpa adanya luas tambahan akan menyebabkan sulitnya pergerakan dari operator di area kerja. Begitu pula dengan *aisle* sebagai luasan yang ditujukan untuk pergerakan material. Penentuan *aisle* yang terlalu sempit akan menyebabkan terhambatnya pergerakan material dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Sedangkan jika terlalu besar maka dapat menyebabkan utilisasi area yang rendah atau jika area terbatas dapat menimbulkan tidak efektifnya penempatan lokasi. Besar *aisle* yang digunakan dalam perhitungan adalah 100% dari masing-masing luas fasilitas. Dengan besar *aisle* tersebut telah mencakup keempat sisi dari fasilitas yang tersedia. Sedangkan *allowance* yang digunakan adalah 20% mengacu kepada penelitian milik Aribowo pada tahun 2008 yang menyatakan bahwa untuk area dengan benda kerja berukuran 2-4 meter membutuhkan *allowance* sebesar 20%. Berikut merupakan rekap perbandingan antara luas dari area unit IGTE saat ini dengan luas dari hasil perhitungan.

Tabel 5. 1 Perbandingan Luas Area Eksisting dengan Perhitungan

No	Nama Area	Luas Area Eksisting (m ²)	Luas Area Perhitungan (m ²)	Selisih
1	<i>Dressing/Blending Area</i>	76,54	61,11	20%
2	<i>Welding</i>	73,96	18,39	75%
3	<i>General Repair</i>	104,92	37,23	65%
4	<i>Tools & Fixture Storage</i>	26,05	16,98	35%
5	<i>Machining</i>	73,76	46,01	38%
6	<i>Packaging & Shipping</i>	98,71	32,25	67%
7	<i>NDT Area</i>	73,96	85,54	-16%
8	<i>Coating Incoming & Outgoing</i>	73,96	154,06	-108%
9	<i>Inspection & Assy/Disassy</i>	95,19	31,33	67%
10	<i>Blasting Incoming & Outgoing</i>	28,93	59,99	-107%

Tabel 5.1 Perbandingan Luas Area Eksisting dengan Perhitungan (lanjutan)

No	Nama Area	Luas Area Eksisting (m ²)	Luas Area Perhitungan (m ²)	Selisih
11	<i>Outsourcing, Receiving & Assy/Disassy</i>	63,21	126,42	-100%
12	<i>Repair Incoming & Outgoing</i>	36,14	72,27	-100%
13	<i>Inspection Incoming & Outgoing</i>	18,07	36,14	-100%
14	<i>Red Dye Penetrant Inspection</i>	10,37	20,74	-100%
15	<i>Thermal & Spray Blasting</i>	409,74	394,93	4%
Total		1263,51	1193,38	6%

Pada Tabel 5.1 terlihat bahwa terdapat luas perhitungan area memiliki nilai yang lebih rendah dari luas area eksisting. Selisih antara kedua luas tersebut adalah lebih rendah 6% dari luas area awal. Pada perhitungan luas area di masing-masing lokasi, terlihat bahwa kebanyakan area lebih luas dari luas area yang sebenarnya dibutuhkan. Perbedaan paling tinggi terdapat pada area *welding* yaitu sebesar 75%. Hal tersebut disebabkan karena fasilitas yang terdapat pada area tersebut hanya berupa meja dan kursi untuk *welding* serta rak penempatan *tools*. Namun pada tata letak eksisting penempatan tersebut dibagi menjadi 5 ruangan dengan sekat kayu. Luas area yang besar diberikan pada tata letak saat ini dengan alasan untuk mempermudah perpindahan dari benda kerja. Sedangkan untuk area yang kurang dari luas seharusnya, selisih paling tinggi terdapat pada area *coating incoming & outgoing*. Sebenarnya fasilitas yang terdapat pada area ini hanya rak perlengkapan, dry oven, dan meja. Namun terdapat area kosong yang ditujukan untuk peletakan benda kerja *coating* dan luasnya cukup besar. Sehingga dalam perhitungan *aisle* nilai tersebut memunculkan nilai yang tinggi. Pada dasarnya *aisle* ini bisa disesuaikan dengan kebutuhan karena dalam kasus ini area yang bersangkutan hanya sebagai tempat peletakan benda kerja. Sehingga masih terdapat banyak area kosong yang dapat dijadikan sebagai tempat pergerakan perpindahan benda kerja.

5.4 Analisis Alur Proses *Maintenance* Pada Layout Eksisting dan Layout Hasil Algoritma ALDEP

Setelah melakukan perbaikan kondisi tata letak, alur proses juga menjadi salah satu amatan untuk diperhatikan. Karena jika tata letak diperbaiki namun alur proses menjadi semakin sulit maka sama saja tidak memberikan perbaikan secara keseluruhan proses perawatan. Berdasarkan pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20 terlihat beberapa perbedaan pada alur proses yang ada. Untuk alur proses pada kondisi tata letak awal pergerakan benda kerja masih banyak perpindahan dengan jarak yang cukup jauh dan tidak teratur. Perpindahan terjadi dari sisi bagian kanan area unit IGTE menuju ke area bagian kiri unit IGTE. Perpindahan tersebut juga disertai dengan jarak tempuh yang cukup jauh. Seperti yang terlihat pada alur proses dari poin 5 menuju 6 dan 11 menuju 12.

Setelah dilakukan perbaikan tata letak dengan algoritma ALDEP terlihat perbedaan. Kebanyakan proses lebih terpusat kesuatu tempat. Selain itu jarak tempuh juga menjadi pendek karena adanya beberapa perpindahan lokasi. Pada Tabel 4.17 rekap jarak kondisi eksisting perpindahan poin 5 yaitu area NDT serta poin 6 yaitu *inspection incoming & outgoing* memiliki total jarak tempuh sebesar 19,4. Setelah perbaikan tata letak, jarak tempuh antar dua lokasi tersebut mengalami penurunan menjadi 7,6. Sedangkan untuk perpindahan poin 11 yaitu area *dressing/blending* menuju ke poin 12 yaitu area NDT pada tata letak awal memiliki jarak tempuh sebesar 17,4. Sedangkan untuk tata letak perbaikan jarak tempuh juga mengalami penurunan menjadi 10,9.

Adanya perbaikan dalam alur produksi ini bersinggungan langsung dengan total jarak tempuh yang dilakukan selama perpindahan material. Dengan adanya penurunan jarak tempuh antar lokasi ini maka total perhitungan untuk jarak perpindahan material per komponen benda kerja juga akan menurun dan perpindahan material menjadi efisien. Selain itu waktu proses perawatan dari masing-masing komponen juga akan berkurang sehingga area kerja bisa menerima proyek dengan jumlah yang lebih dari jumlah proyek biasa.

5.5 Analisis Evaluasi Kriteria *Layout* Eksisting Unit IGTE dan Algoritma ALDEP

Perhitungan kriteria tata letak melibatkan data jarak tempuh antar lokasi dan juga frekuensi perpindahan. Untuk frekuensi perpindahan antar lokasi yang digunakan dalam perhitungan evaluasi pada tata letak eksisting dan algoritma ALDEP sama karena tidak terjadi perubahan frekuensi meskipun terdapat perpindahan lokasi. Sedangkan untuk jarak tentu mengalami perbedaan karena adanya perbedaan pada letak beberapa lokasi.

Tabel 5. 2 Perbandingan Evaluasi Kriteria *Layout*

Alternatif <i>Layout</i>	Hasil F x D	Penurunan
<i>Layout</i> Eksisting	1904,8	0,62%
<i>Layout</i> Perbaikan	1893	

Berdasarkan Tabel 5.2 Hasil perhitungan untuk perbandingan dari kedua tata letak tersebut adalah total jarak dari tata letak ALDEP mengalami penurunan sebesar 0,62% dari jarak tata letak awal. Angka penurunan tersebut tidak terlalu tinggi dikarenakan beberapa sebab. Pertama, pada kondisi eksisting beberapa departemen yang memiliki derajat hubungan kedekatan tertinggi yaitu A dan E telah diletakkan berdekatan. Hanya terdapat satu departemen saja yang masih diletakkan berjauhan. Begitu pula pada tata letak ALDEP untuk derajat hubungan kedekatan A hanya memperbaiki untuk satu departemen yang letaknya berjauhan. Penyebab berikutnya adalah perpindahan departemen yang dilakukan tidak memiliki perbedaan jarak yang signifikan pula. Hanya terdapat dua departemen yang saling bertukar tempat yaitu *general repair* dengan NDT area. Sedangkan untuk area *repair incoming & outgoing*, *red dye penetrant inspection*, dan *inspection incoming & outgoing* perpindahan yang dilakukan masih dalam area yang sama dengan sebelumnya pada tata letak eksisting.

BAB 6

SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dipaparkan kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang dilakukan. Simpulan ini akan menjawab tujuan dari penelitian. Selain itu pada bab ini akan berisi beberapa saran yang diharapkan menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya yang berhubungan.

6.1 Simpulan

Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Evaluasi tata letak rancangan fasilitas unit IGTE dilakukan pada kebutuhan luas area dan aliran proses. Untuk kebutuhan luas area hasil perhitungan menunjukkan penurunan sebesar 6% dari luas area awal. Hal tersebut disebabkan banyaknya area-area kosong yang tidak digunakan dikarenakan hanya untuk tempat peletakan barang. Sedangkan untuk aliran proses pada tata letak eksisting masih terdapat perpindahan dengan jarak yang cukup jauh dan tidak teratur. Perpindahan terjadi dari sisi bagian paling kanan dari area unit IGTE menuju ke area bagian paling kiri unit IGTE. Sedangkan untuk penilaian subjektifitas derajat hubungan kedekatan ARC sudah sesuai dengan peletakan lokasi atau area pada tata letak eksisting. Untuk derajat kedekatan A hanya terdapat dua hubungan yang belum diletakkan sesuai keinginan yaitu area NDT dan *inspection incoming & outgoing* dengan *red dye penetrant inspection*.
2. Rekomendasi perbaikan yang diberikan berdasarkan algoritma ALDEP adalah pemindahan beberapa lokasi. Perpindahan lokasi terjadi pada area *general repair*, *NDT Area*, *repair incoming & outgoing*, *red dye penetrant inspection*, dan *inspection incoming & outgoing*. Area *general repair* dan *NDT area* pada tata letak hasil algoritma ALDEP bertukar posisi satu sama lain. Untuk *repair incoming & outgoing* berdampingan dengan *NDT area* mengisi area yang sebelumnya

mejadi area *general repair*. Sedangkan untuk *inspection incoming & outgoing* bergeser lebih dekat ke letak area NDT yang baru.

3. Hasil perhitungan untuk perbandingan dari kedua tata letak tersebut adalah total jarak dari tata letak ALDEP mengalami penurunan sebesar 0,62% dari jarak tata letak awal. Pertama pada kondisi eksisting beberapa departemen yang memiliki derajat hubungan kedekatan tertinggi yaitu A dan E telah diletakkan berdekatan. Penyebab berikutnya adalah perpindahan departemen yang dilakukan tidak memiliki perbedaan jarak yang signifikan pula.

6.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang diberikan kepada penelitian selanjutnya agar memberikan manfaat lebih lanjut.

1. Dalam perhitungan kriteria evaluasi tata letak sebaiknya digunakan kriteria biaya.
2. Membuat rancangan tata letak perbaikan tidak hanya dengan algoritma konstruksi tapi ditambahkan juga dengan algoritma perbaikan.

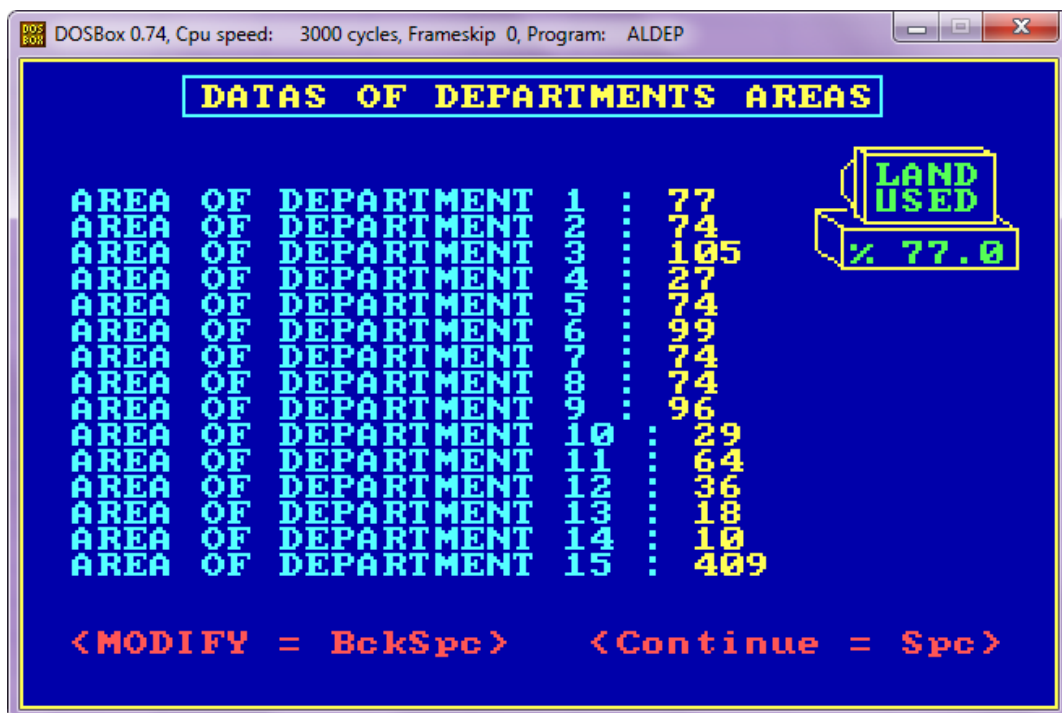
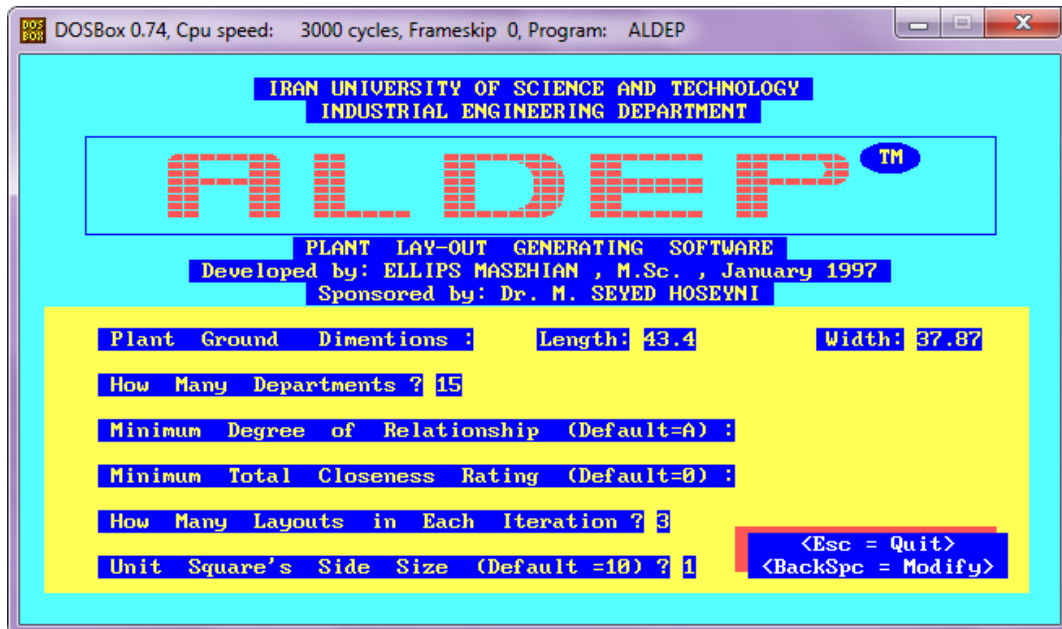
DAFTAR PUSTAKA

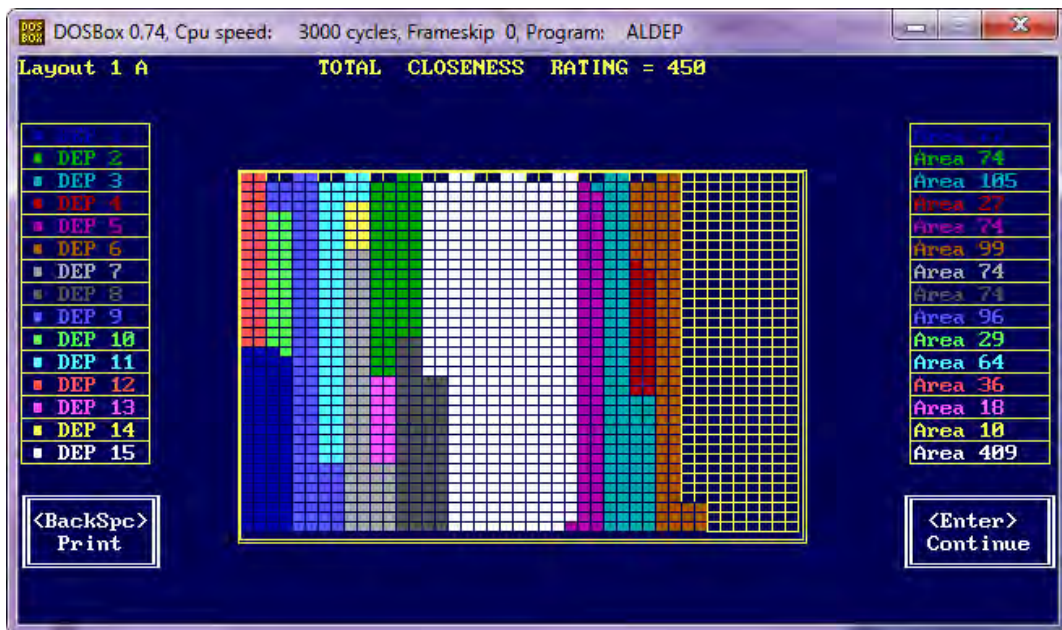
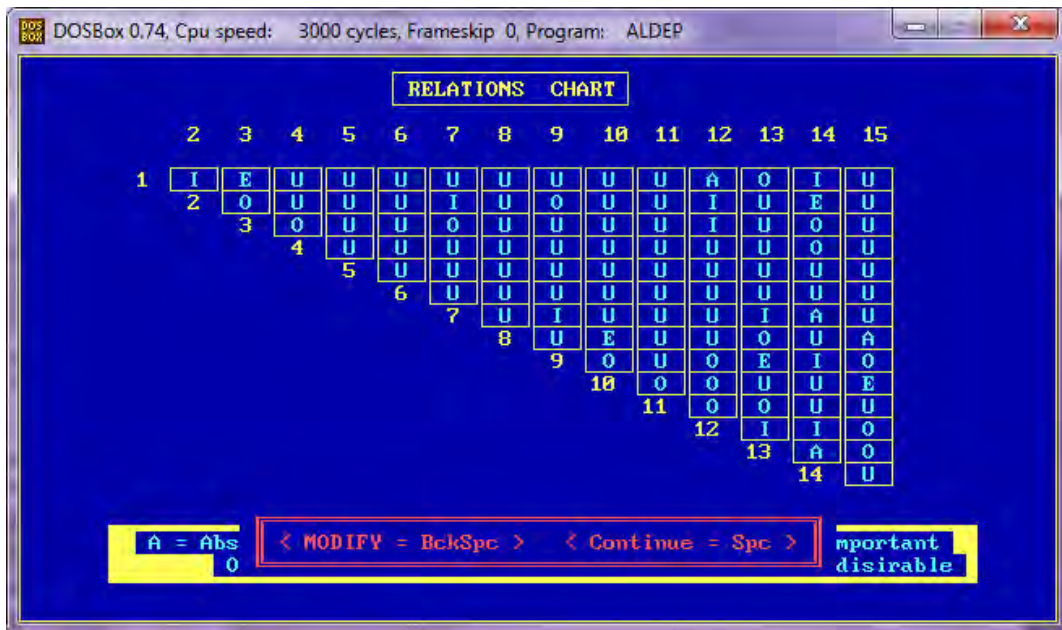
- Aribowo, Nanang. 2008. Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Menggunakan Algoritma CORELAP, Algoritma 2-Opt dan Algoritma *Planar Graph* untuk Meminimasi Biaya *Material Handling*. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Dewi, Andini I., Choiri, Muchamad & Efranto, Remba Y. 2013. Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Hasil Simulasi Proses Produksi Rokok (Studi Kasus PT. Bayi Kembar Malang). Tugas Akhir Mahasiswa. Universitas Brawijaya. Malang.
- Heragu, Sunderesh S. 1997. *Facilities Design*. Boston. PWS Publishing Company.
- Hicks, C. 2006. A Genetic Algorithm tool for optimising cellular or functional layouts in the capital goods industry. *International Journal of Production Economics*, 104, 598-614.
- Jiang, S. & Nee, A. 2013. A novel facility layout planning and optimization methodology. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 62, 483-486.
- Kumar, Devendra & Jain, Amit K. 2012. A Proposal for Improved & Effective Layout of Maintenance Department. *International Journal of Science, Engineering & Technology Research (IJSETR)*, 1.
- Perusahaan Listrik Negara. 2012. Statistik PLN 2012. PT. PLN (Persero). Jakarta.
- Qoriyana, F., Mustofa, Fifi H. & Susanty, S. 2013. Rancangan Tata Letak Fasilitas Bagian Produksi pada CV. Visa Insan Madani. Jurnal Jurusan Teknik Industri ITENAS, Vol. 01, No. 03.
- Rahmawan, Dimas. 2011. Usulan Tata Letak Ulang Menggunakan Metode CRAFT untuk Meminimalkan Jarak Perpindahan Bahan di Lantai

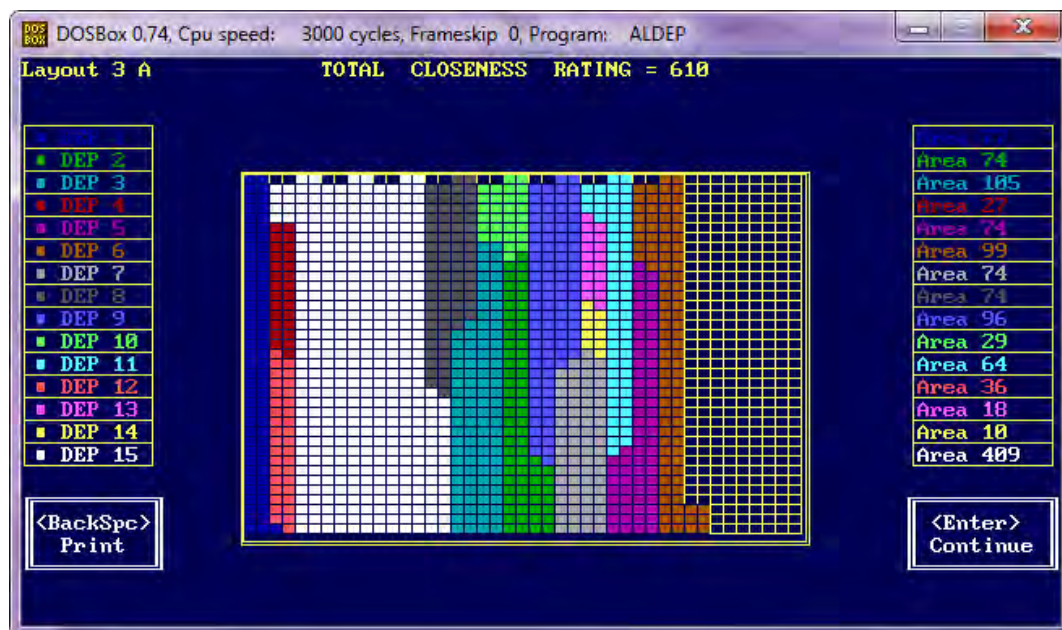
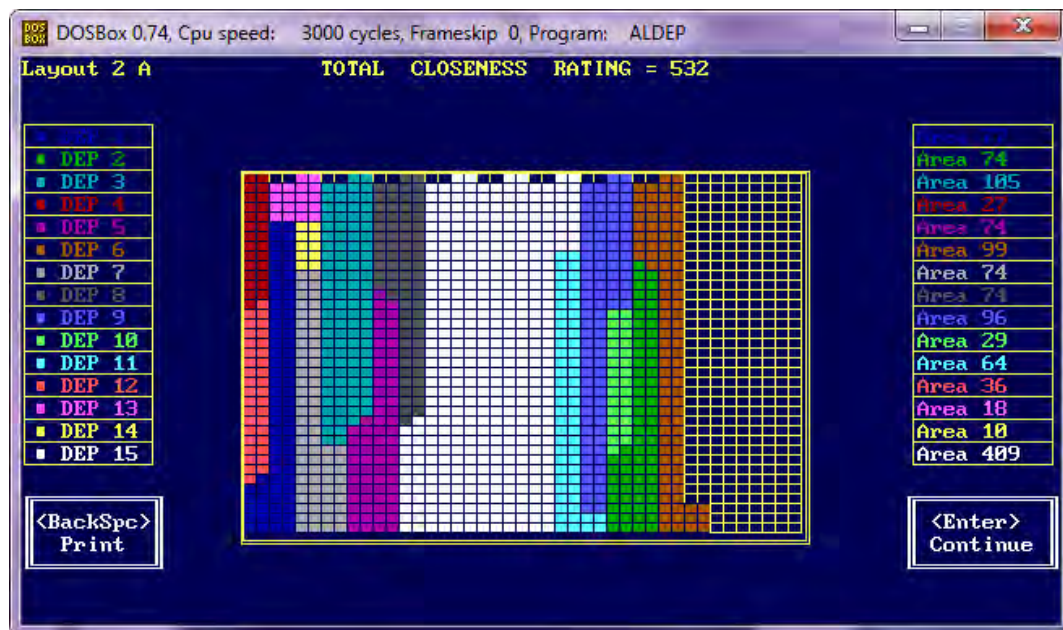
- Produksi Departemen Mechanic PT. Jefta Prakarsa Pratama. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri. Universitas Bina Nusantara. Jakarta.
- Sasmita, Stepeen. 2007. Studi Perbaikan Block Layout Lantai Produksi Pada PT. Indo Keramik Inti Widya untuk Meminimalisasi Biaya Material Handling. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri. Universitas Bina Nusantara. Jakarta.
- Sidharno, Willem. 2010. Analisa Tata Letak Fasilitas dan Aliran Bahan Pada Proyek Konstruksi. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Unit Industrial Gas Turbine Engine. 2014. Data Komponen *Meintenance* Unit IGTE. PT. GMF AeroAsia. Jakarta.
- Wignjosoebroto, S. 2008. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, Teknik Analisis Peningkatan Produktivitas Kerja. Edisi Pertama. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- Wignjosoebroto, S. 2003. Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Edisi Ketiga. Penerbit Guna Widya. Surabaya.
- William. 2007. Usulan Tata Letak dan Material Handling untuk Minimasi Jarak Pada Lantai Produksi Magic Tape PT. Fajarindo Faliman Zipper. Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Teknik Industri. Universitas Bina Nusantara. Jakarta.
- Xie, W. & Sahinidis, N. V. 2008. A branch-and-bound algorithm for the continuous facility layout problem. *Computers & Chemical Engineering*, 32, 1016-1028.

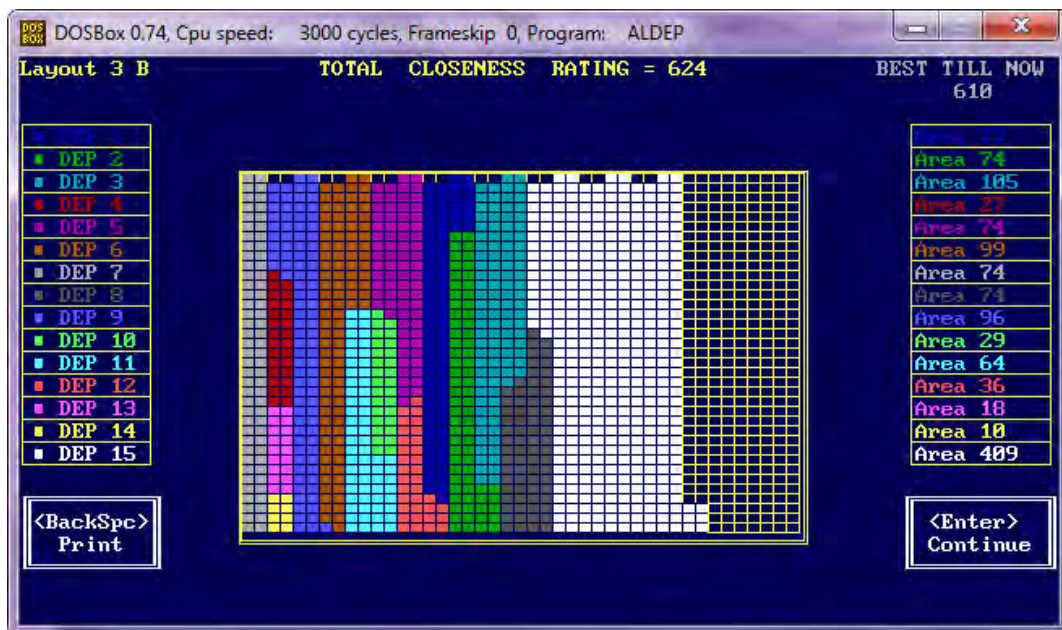
LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampilan Software ALDEP



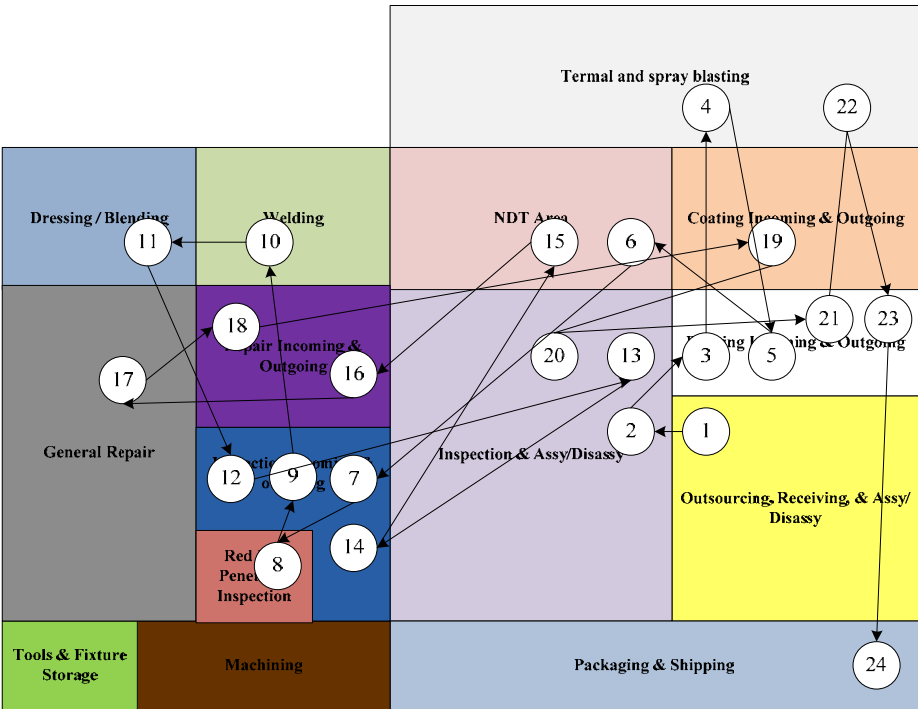




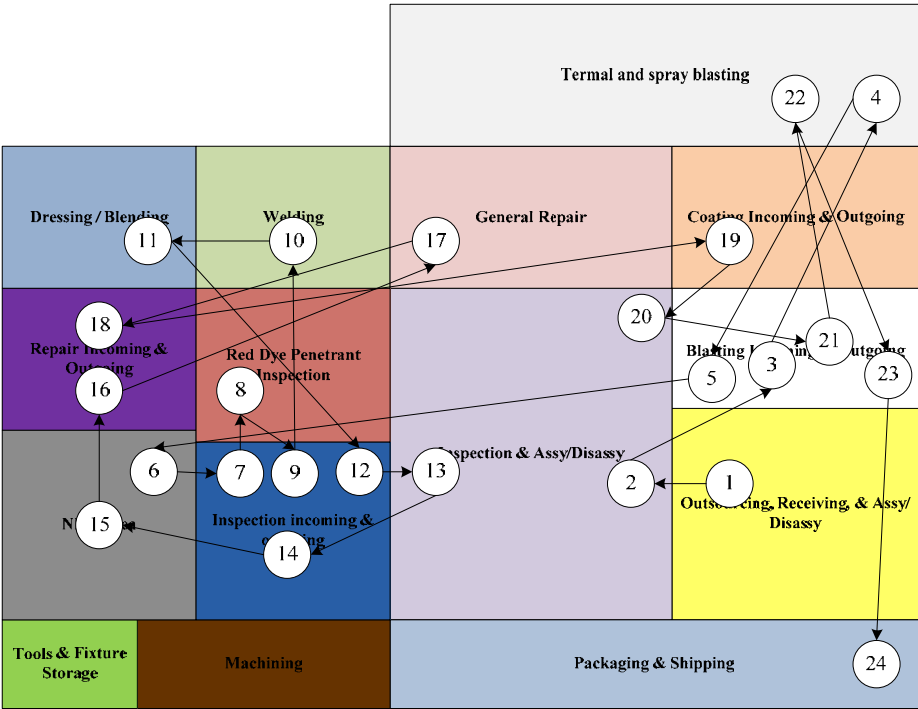


Lampiran 2. Alur Proses Komponen *Maintenance*

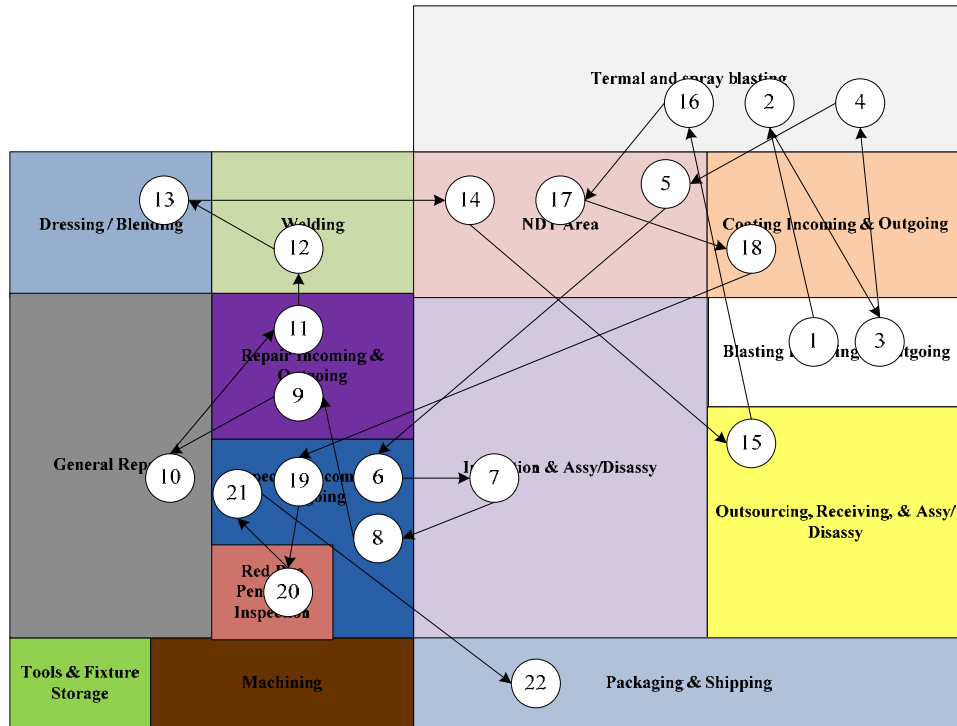
1. *Combustion Liner*
Eksisting



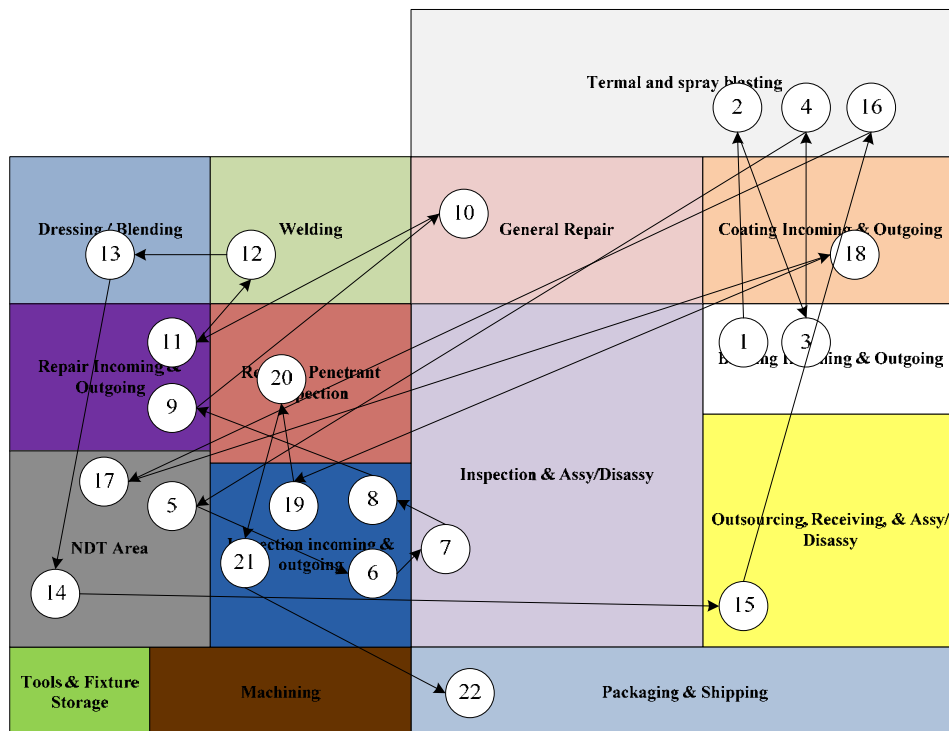
Perbaikan (ALDEP)



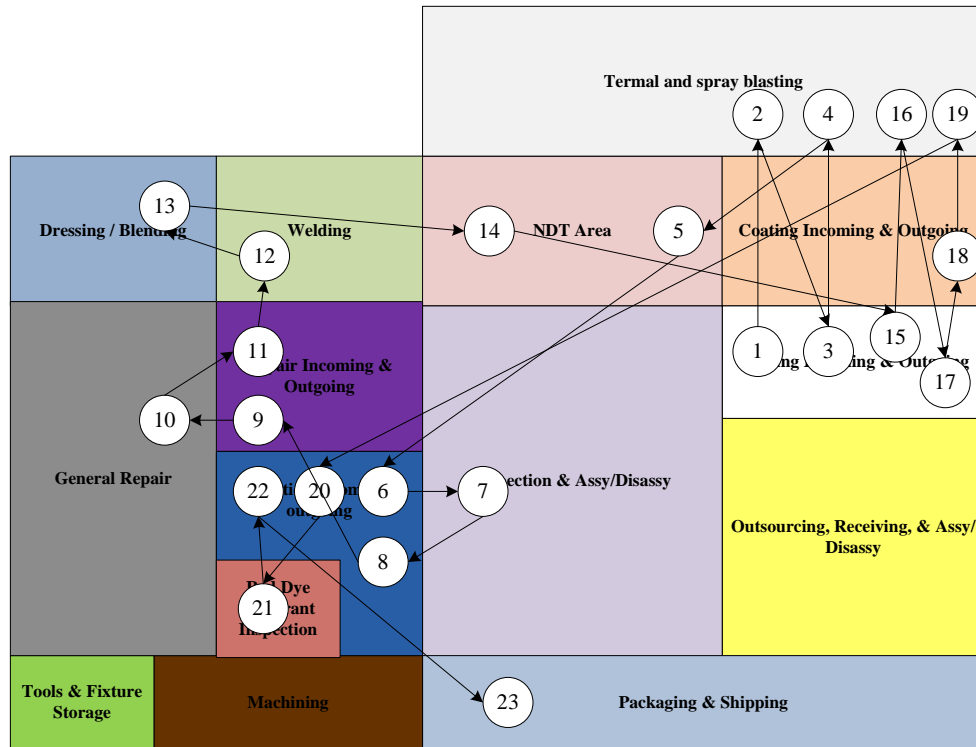
2. *1st Nozzle*
Eksisting



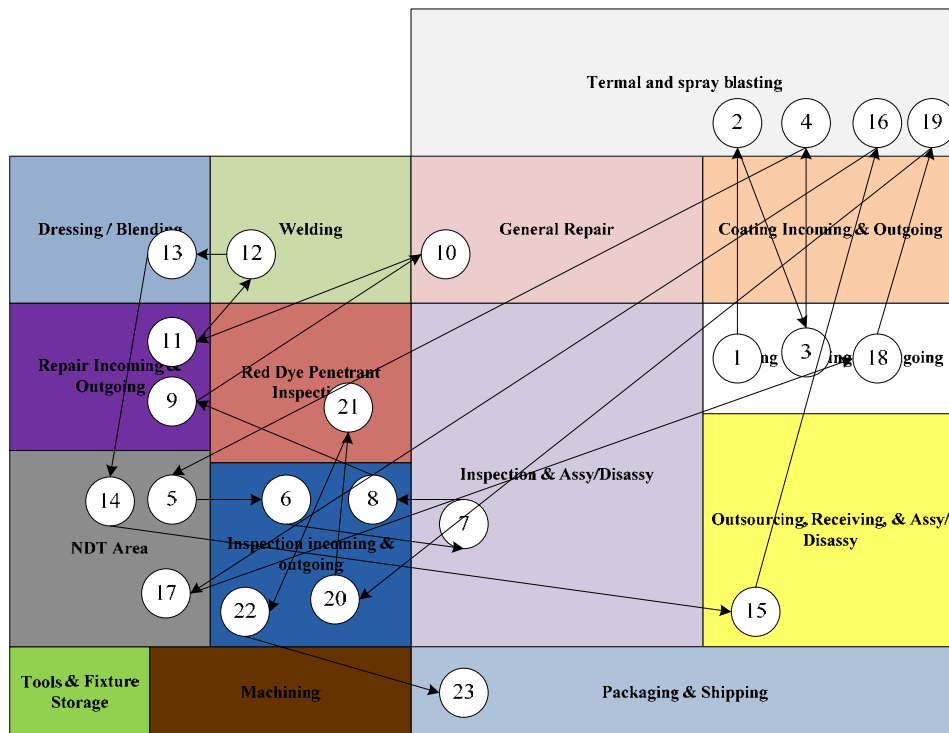
Perbaikan (ALDEP)



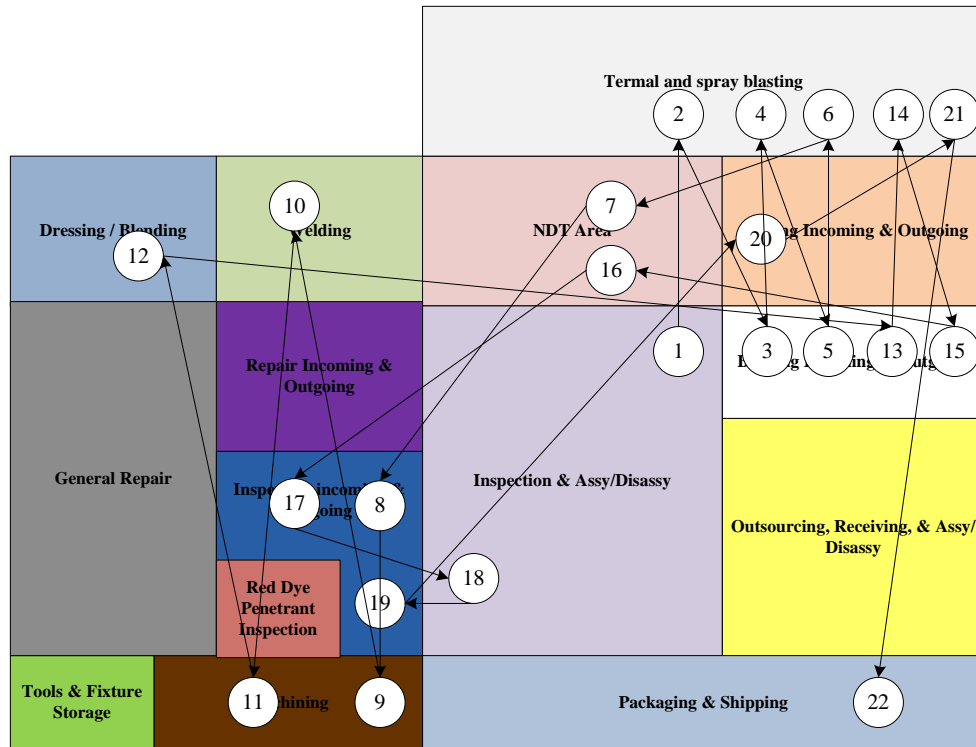
3. 2nd dan 3rd Nozzle
Eksisting



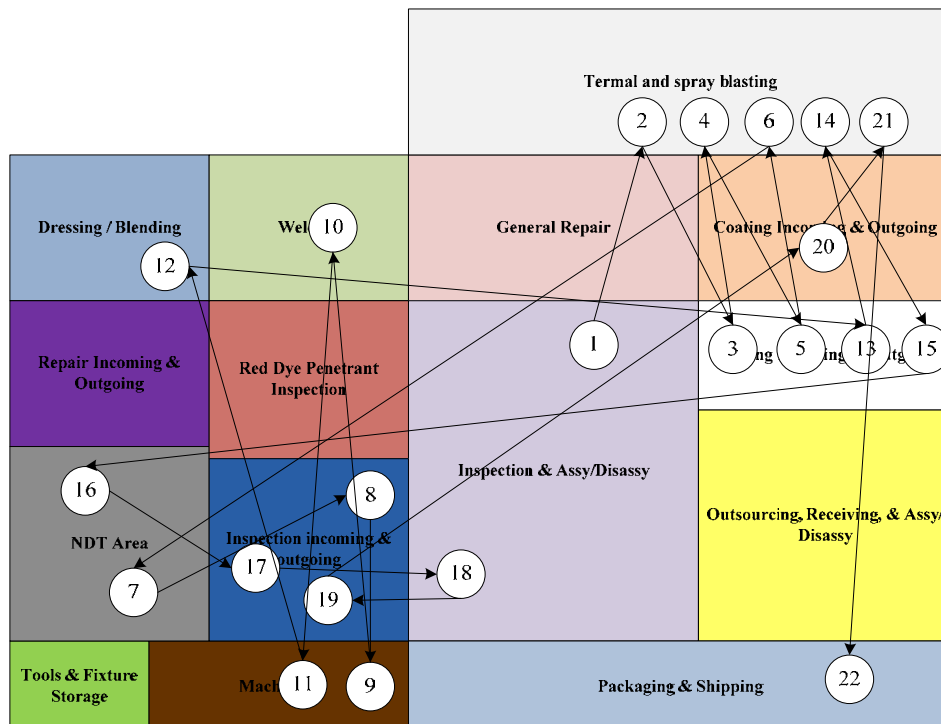
Perbaikan (ALDEP)



4. *Bucket Eksisting*

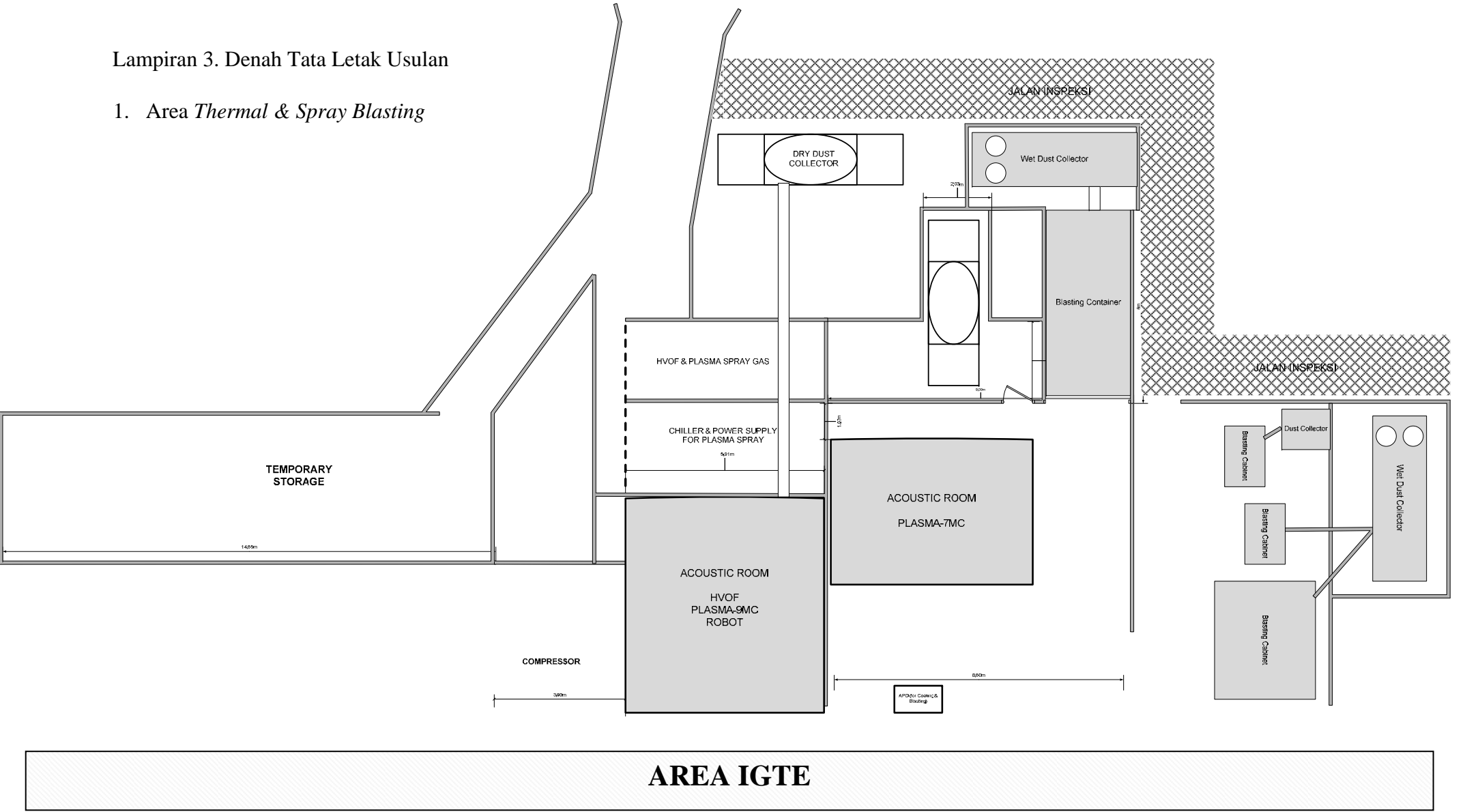


Perbaikan (ALDEP)



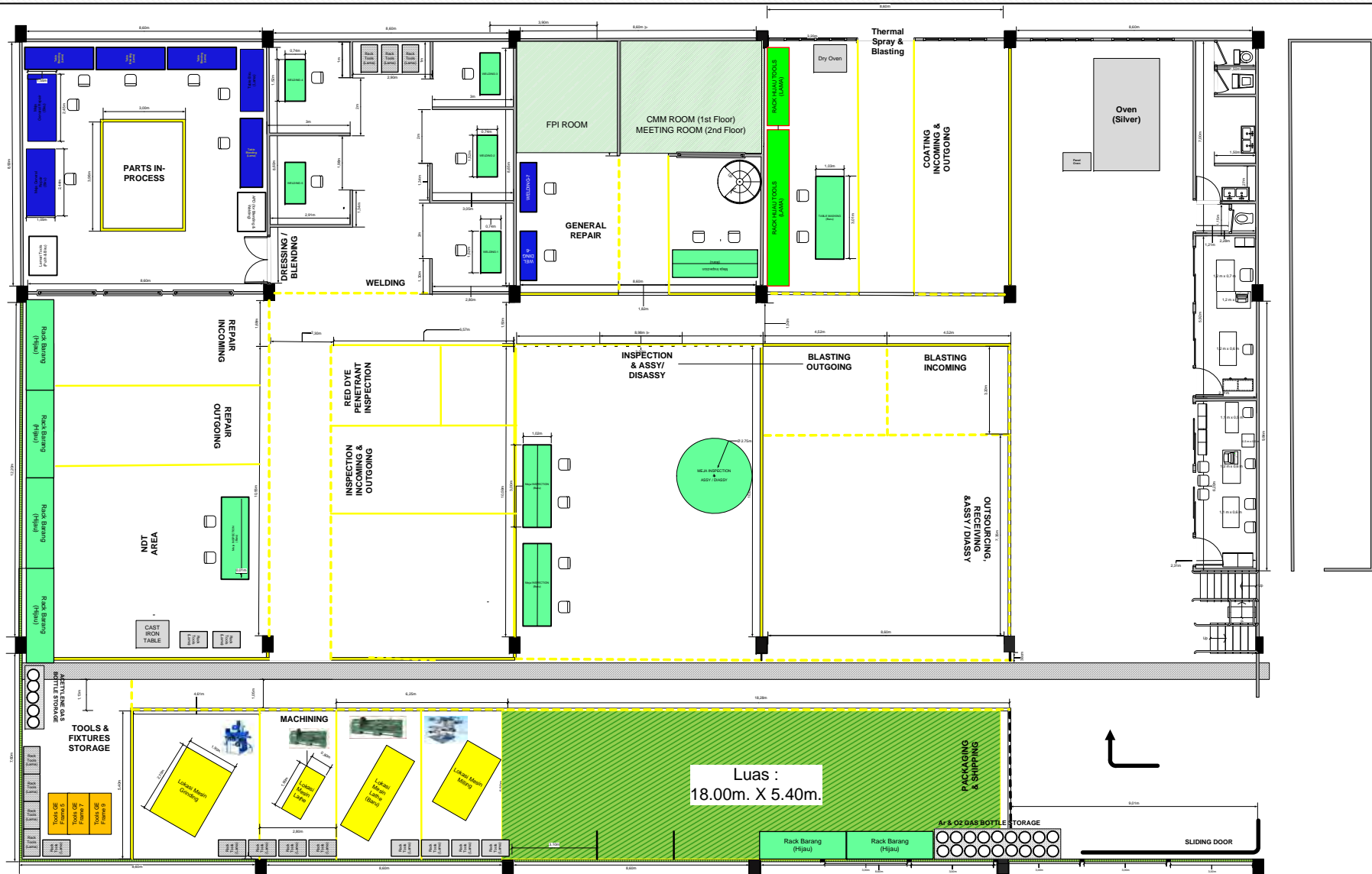
Lampiran 3. Denah Tata Letak Usulan

1. Area Thermal & Spray Blasting



2. Area IGTE

AREA THERMAL SPRAY BLASTING



BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Surabaya, 27 September 1993 dengan nama lengkap Widhani Putri dan biasa dipanggil Wiwid atau Widhani. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh jenjang pendidikan dari Taman Kanak-Kanak di TK Al- Azhar Wisma Tropodo, SDN Tropodo 3, Waru, SMP N 1 Waru, Sidoarjo, program akselerasi di SMAN 3 Sidoarjo, dan menempuh jenjang S-1 di jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Selama perkuliahan di Teknik Industri, penulis aktif mengikuti kegiatan organisasi mahasiswa. Menjadi staf Departemen Dalam Negeri HMTI ITS 2011/2012 pada tahun kedua, Sekretaris 1 HMTI ITS 2012/2013 pada tahun ketiga dan panitia pengkaderan mahasiswa baru jurusan TI ITS selama tahun kedua dan ketiga perkuliahan. Penulis juga pernah menjadi pembicara materi kesekretariatan dalam LKMM TD. Pada tahun ketiga, sejak tahun 2013-2014 penulis juga menjadi asisten Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Kerja. Selama menjadi asisten Laboratorium EPSK, penulis mengikuti lomba desain produk CHRONICS oleh UGM, INCEPTION oleh UII, serta menjadi pemakalah dalam *National Conference on Applied Ergonomics* 2013 yang diselenggarakan UGM. Pada tahun keempat, penulis menjadi salah satu asisten Mata Kuliah Perancangan Sistem Industri (PSI) TI ITS. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti pelatihan *software* seperti pelatihan AUTOCAD, 3Ds Max, LINGO, dan DFMA.

Untuk kepentingan terkait penelitian ini, penulis dapat dihubungi melalui email widhaniputri@yahoo.com.